

ウインド・タービン・シンドローム：ある自然実験に関するレポート
ニーナ・ピアポント、MD、PhD
日本語版訳 鶴田由紀

要 旨

本書の中心的内容は、2004年以降に建設された大規模風車(1.5~3MW)の近隣に居住し、なんらかの症状を訴える人々に対し、著者が独自に行った調査に関する科学的レポートである。

所見は以下の通り。

- 1) 風車はウインド・タービン・シンドローム(風車症候群)の原因となる。患者が風車の近くにいるときに症状があり、風車から離れると症状も消えることから、それがわかる。被験者家族は、症状から逃れるために風車の近くから移転しなければならないという結論に至っており、10家族中9家族が実際に移転した。住宅を売却した家族と住宅を捨てた家族がある。
- 2) 普通、「わずらわしさ」から家を捨てるようなことはしない。睡眠遮断、めまい、吐き気など報告された症状は、「わずらわしさ」として簡単に片付けることができない。
- 3) 被験者間で症状群に矛盾がない。そのため、「症候群」という用語を用いた。
- 4) 症状は、睡眠障害、睡眠遮断、頭痛、耳鳴り、耳閉感、動揺性めまい、回転性めまい、吐き気、かすみ目、頻拍(心拍数の増加)、イライラ、集中力・記憶力の異常、そして覚醒時もしくは睡眠時に生じる身体内部の振動感覚もしくは動揺感覚に伴うパニック発作である。
- 5) 子どもも、大人(特に高齢者)と同じように影響を受ける。
- 6) 片頭痛、動揺感受性、内耳構造の障害(工場・事業場騒音への曝露による難聴など)の既往症のある患者は、普通の人に比べてウインド・タービン・シンドロームに対する感受性が強い。これらの結果は統計的に有意($p < 0.01$)。
- 7) ウインド・タービン・シンドロームの症状は、不安障害やその他のメンタルヘルスの不調の既往歴と統計的に関連がない。
- 8) 10家族38名というサンプル数は、感受性もしくは危険因子に関する統計的有意性にとって十分な数である。
- 9) 感受性因子は、ウインド・タービン・シンドロームの病態生理の手がかりとなる。その症状群は、前庭(内耳のバランスを司る器官)機能障害が原因となる症候群と似ている。そのメカニズムは、騒音・振動、特に騒音・振動の低周波成分によるバランスと位置の感覚の阻害と考えられる。
- 10) 最近の医学論文を幅広くレビューし、バランスに関連する神経シグナルが、空間認識、空間記憶、空間的問題解決、恐れ、不安、自律神経機能(吐き気や心拍

数など)、嫌悪学習といった様々な脳の領域と機能にどのように影響を与えるかについて解説した。これらによく知られた神経系の関連は、ウインド・タービン・シンドロームに堅牢な解剖学的・生理学的フレームワークを提供してくれる。

- 1 1) 身体内の空間(胸、頭蓋骨、目、喉、耳)における音および振動の共鳴に関する医学論文と技術論文をレビューした。本研究の被験者たちは、それらの影響を経験しているからである。
- 1 2) 低周波騒音曝露(実験および実際の環境での曝露)について報告した研究をレビューした。それらの研究は、ウインド・タービン・シンドロームと類似した、もしくは同様の、人体への影響を示している。実際、1996年のドイツのある研究は、ウインド・タービン・シンドロームかもしれない。
- 1 3) 最近のスウェーデンとオランダにおける風車の近隣住民への郵送調査をレビューした。これらの調査で、近隣住民が道路・鉄道・航空騒音より A 特性でずっと低い騒音レベルの風車騒音を、非常にわずらわしく感じていることがわかった。
- 1 4) 生活騒音が心臓血管と子どもの学習に影響を及ぼすと報告している論文をレビューした。健康上の理由から、世界保健機関(WHO)は、ほとんどの国で現在規定されているよりも夜間騒音の閾値を低くするように勧告している。——特にその騒音が低周波成分を含んでいる場合は。
- 1 5) ウインド・タービン・シンドロームは、患者が転居せざるを得なくなるほど深刻な症状群に対し、病名と医学的な説明を与え、そのような症状群の医学的危険因子を立証する。本研究を行い、他の数々の研究を本書でレビューした結果、安全なセットバック(訳注: 風車から住宅までの距離)は少なくとも2キロメートルであり、風車が大きい場合や地形が複雑な場合はそれ以上であることがわかった。物理的原因と生理的メカニズムを明らかにし、風車の近隣に居住することで生じるその他の健康被害を探求し、どれほどの人数が影響を受けているか確認し、子どもを含む特別な集団における影響を調査するには、更なる研究が必要である。政府による資金提供とモラトリアムの実施が妥当である。

さらに本書は以下の内容を含む。

- A) すべての病歴——研究対象の被験者全員(子どもを含む)の談話と経験を表にまとめた。
- B) 科学用語を用いない一般向けの言葉を用いて、本研究の医学的・技術的・統計的局面を解説しなおした。そのセクションにはイラストを付した。
- C) 科学者および大学病院医師による査読と論評。
- D) 序文、科学・医学参考文献の完全リスト、用語解説、略語リスト。

ニーナ・ピアポント、MD、PhD

ウインド・タービン・シンドローム

ある自然実験に関するレポート

日本語版訳 鶴田由紀

短縮版*

*この短縮版の著作権はニーナ・ピアポントが所有している。この英語版は、公開したり配布するためのものではない。これは、英語以外の言語に翻訳されることだけを意図したものである。英語以外の言語への翻訳を提案する者は誰でも、このレポートを翻訳し、公開または配布する前に、ニーナ・ピアポントの許可を得なければならない。

K-Selected Books
Santa Fe, NM

Copyright © 2009 by Nina Pierpont.

All rights reserved.

This book may not be reproduced, in whole or in part, including illustrations, in any form (beyond that copying permitted by Sections 107 and 108 of the U.S. Copyright Law and except by reviewers for the public press), without written permission from the publishers. This prohibition specifically extends to Google Book Search and any other book search services.

Designed and set in Warnock type by Jordan Klassen.

Printed in the United States of America by King Printing, Lowell, Mass.

Publisher's Cataloging-in-Publication Data
(Provided by Quality Books, Inc.)

Pierpont, Nina.

Wind turbine syndrome : a report on a natural
experiment / Nina Pierpont.

p. cm.

Includes bibliographical references.

ISBN-13: 978-0-9841827-0-1

ISBN-10: 0-9841827-0-5

1. Vestibular apparatus—Diseases. 2. Wind turbines
—Health aspects. 3. Syndromes. I. Title.

RF260.P54 2009

617.8'82

QBI09-600120

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

ウインド・タービン・シンドローム：ある自然実験に関するレポート

翻訳のための短縮版

オリジナル(英語)の『ウインド・タービン・シンドローム』は、3つのパート(そして序章、用語解説、略語リスト、参考文献リスト、査読者のレポート、その他の論評)で構成される本です。3つのパートは以下の通り。

医師のためのレポート。これは、著者が行った独自の調査のデータとその分析を記し、関連する医学および科学文献の考察とその文献の完全なリストが示された科学論文です。

被験者の既往歴。ここには、風車ができる前、稼働中、そして曝露が終わった後について、被験者個々人にインタビューしたデータと談話が表にまとめられています。

医師でない人のためのレポート。ここでは、専門用語と数学を用いずに研究と考察が説明されています。このセクションには参考文献は記されていません。背景となる基礎知識の説明にページが割かれ、手法や分析の扱い方や文献の考察については、あまり詳しく書かれていません。

翻訳のための短縮版には、医師でない人のためのレポートだけが掲載されています。序章や医師のためのレポートから、いくつかの短い文章が短縮版にまとめてありますが、参考文献は掲載されていません。

したがって、科学者、医師、法律家の方にとっては、翻訳された短縮版は役に立ちません。しかし、オリジナル(英語)の医師のためのレポートと参考文献への入り口としては役に立ちます。

私は、ウインド・タービン・シンドロームに苦しむ人々や、許認可に係わる論議に携わっている地方公務員の皆さんのような、科学者でない方々にもこの研究を知っていただくために、医師でない人のためのレポートを書きました。これは、私が外国語版に期待する機能でもあるのです。

医師でない人のための、やさしい言葉で書いたレポート

要旨と背景

私は、大型風車(1.5~3MW)の近くに住む 10 家族にインタビューしました。風車はすべて、2004 年以降に建てられたものです。被験者は幼児から 75 歳までの 38 人です。被験者の症状は 1 つの症状群を形成していました。

- 1) 睡眠障害
- 2) 頭痛
- 3) 耳鳴り
- 4) 耳閉感
- 5) めまい(回転性めまい、頭のふらつき、ほとんど気絶しそうな感覚などを含む一般的な用語)
- 6) 回転性めまい(臨床的には、回転性めまいとは回転しているような感覚や、部屋が動いているような感覚)
- 7) 吐き気
- 8) かすみ目
- 9) 頻拍(心拍が早くなること)
- 10) イライラ
 - 11) 集中力や記憶力の異常
 - 12) 起きているときや寝ているときに生じる、パルセーション(体の中が脈打つ感じ)や振動している感覚に伴うパニック発作

これらの家族の人たちは、家の近くの風車が回り始めると症状が悪くなることに気づきました。風車から離れると、症状が消えることにも気づきました。風車の近くに戻ると症状も戻ってきます。症状に悩まされた末、最終的に 10 家族中 8 家族が転居しました。中には、家を捨てた家族もありました。

したがって、私のレポートの最終的な結論は、風車がウインド・タービン・シンドローム(風車症候群: WTS)の原因となるということです。ここでは、上記のような問題をやさしい言葉で説明します。

まず次のことをはっきりさせましょう。風車の近くに住む人がみんなこうした症状に見舞われるわけではありません。私は単独で、しかも資金補助もない研究者なので、風車からのどれくらい離れている地域で何パーセントの人が症状を訴えるか、ということを確認するのに必要なほどのサンプル数を得ることができませんでした。これは次の機会に実行する必要があります。しかし、なぜ感受性の強い人とそうでない人がいるのか、そして、感受性が強いのはどんな人かという疑問に目を向けることは可能でした(そして目を向けま

した)。そして私は、そのパターンを用いて「ウインド・タービン・シンドロームの病態生理」(こうした特定の症状に見舞われている人々の内部で何が起きているか)を探求しました。

私は読者の皆さんの目がこの研究——風車の周辺に住む人々の経験と病歴について詳しく説明した部分を含め——に向けられ、皆さんがこの機械の近くに住むべきかどうかを自身で決める助けになればと願っています¹。

とは言え、片頭痛、動揺感受性(車酔いや船酔いなど)、内耳のダメージなどの既往症のある人たちが特に WTS の症状に脆弱であることは、数学的に証明できました。また、これも興味深いことですが、不安障害やその他のメンタルヘルスの既往症のある人たちは、WTS の症状に特に感受性が強くないこともわかりました。

これは、事業者が文献で主張している内容、つまり自分の家の近くの風車のことを気に病んでいる人や風車が嫌いな人が具合が悪くなるのだという主張とは相容れないものです。この事業者の主張がまったくナンセンスであることをご説明しましょう。

私がエビデンス(証拠)をつなぎ合わせた結果、次のことがわかりました。**低周波騒音・振動は、人間の体のバランスシステムに、自分が動いていると思込ませます。**船酔いと同じです(これは重要なことですから理解して下さい。人間のバランスシステムは、内耳、目、筋肉、関節、そして胸や腹の内部からの神経シグナルを脳が受け取る、複雑なシステムです。目が関連しているので、ブレードのシャドーフリッカーによる視覚攪乱もバランス障害に影響を与えます)。

これは、ものすごく重要なので繰り返します。**風車から発生する低周波騒音・振動は、身体を騙して、動いていると思わせるのです。**それがどうした、とおっしゃいますか？ちょっと待ってください！過去 10 年の研究で、**身体がどのようにバランスや動きを感知するかが、一連の脳の素晴らしい機能に直接影響を与えることが確実にわかっているのです。**

どうやって？さまざまな脳の機能、一見したところ関係なさそうに見える脳の機能に、バランスを司る器官と関連した神経が直接つながることで、です。

これはこのレポートの主張にとって大変重要なので、言い換えることにしましょう。私たちの身体がどのようにバランスや動きを感知するかは、一見したところバランスと動きにはまったく関係なさそうに見える脳の機能の多くにも影響を与えるのです。既に述べたように、これは最新の「バランス」の研究が教えてくれることです。——もっと正確に言うと、精神医学、神経学、認知の研究を取り入れたバランスの研究です。

1. 英文レポート全体は、Nina Pierpont, Wind Turbine Syndrome : A Report on a Natural Experiment (Santa Fe, NK : K-Selected Books, 2009), pp.294 を参照。

ちなみに、この種の研究の専門家のことをオトニューロロジスト(ヨーロッパ)とかニューロトログジスト(アメリカ)と呼びます(オトは耳、ニューロは脳を意味します)。(訳注：日本では神経耳学者)

では、バランスや動きの感知によって影響を受ける脳の機能、一見関係なさそうな脳の機能とは何でしょうか？

- 1) **筋肉の不随意的、もしくは反射的な動き** これらは前庭動眼反射として知られています。頭が動くと眼は自動的に反対方向に動きます。そして、前庭頸反射や前庭脊髄反射は、動いている間に姿勢を維持するために首や背中の筋肉の正常な緊張状態をダイナミックに調整します。
- 2) **警戒態勢** 注意を向けること、突然の驚き、何かに目覚めさせられることがこれに含まれます。
- 3) **空間処理と空間記憶** 空間処理は、以下のことをするとき常にイメージやパターンをベースにして考えることです。
 - a) 何かを思い描く
 - b) 物の在り処を思い出す、またはそれをどこへ置くのかを思い出す
 - c) 目的地にどうやって辿り着くのかを思い出す
 - d) 物がどうやって機能するのかを理解する
 - e) 物事がどのようになってほしいかを思い描く
 - f) 物をどうやって組み立てたり修理したりするのかを理解する
 - g) 物事を行うのに、最も効率の良い手順やタイミングを理解する(たとえば台所、畑、釣り船、家の内外での作業をするときや一連の用事をするとき)
 - h) どこかに到着して、何を探そうと思っていたのかを思い出す(町に出て用事をすませるなど)
 - i) 数学の概念を理解する
 - j) その他、沢山の重要な思考の機能
- 4) **恐れ**の生理的出現 これは、動悸が速まったり、血圧が上がったり、汗をかいたり、吐き気を催したり、震えたり、極度の警戒態勢になることです。
- 5) **嫌悪学習** これは生物が、潜在的に有害なものを避けようとする一種の反射学習です。古典的な例としては、動物でも人間でも、ある種の食べ物を食べた後に吐くというものがあります。私たちは、たとえ今は吐き気をもよおす原因にはなくても、一度吐いたことがあるだけで、そのずっと後になってもその食べ物を避けたりします(子供の頃に経験しませんでしたか?)。この種の学習は強く刷り込まれ、自動的に起こるため、その経験に伴う環境だけでも吐き気の引き金となってしまいます。たとえば、その食べ物を見たり、匂いをかいだり、ひどいときにはそれを食べたレストランに近づくだけで。これは古い進化の過程で獲得した反射で、哺乳動物や鳥

類が有害なものを食べないようにデザインされたものです(蝶の進化にも、とても興味深い話がありますが、ここではやめておきましょう)。ここで重要なのは、私たちが吐き気の原因となるものを避けようとするように設計されているということです。

オーケー。眼や首や背骨の筋肉の収縮、警戒態勢、空間処理や空間記憶、恐れ of 生理的出現、嫌悪学習。この 5 つの脳の機能のすべては、私たちのバランスと動きの感覚から深く影響を受けます。バランスや動きの感覚を失うと、5 つのすべての機能は混乱します。

話を風車に戻しましょう。ウインド・タービン・シンドロームについて議論しているインターネット新聞の記事をどれか開いてみて下さい。こともあろうに風車なんかがこんな共通点のない健康被害——記憶障害、空間処理障害、不安、恐れ、パニック、嫌悪学習——の引き金になるはずがないと、誰かがその発想のすべてをあざ笑うコメントをアップしているのが、ほぼ確実に見つかるでしょう。とんでもない！明らかにこの素敵なブロガー氏は、風車の近くに住んでこうした症状を訴える人たちが作り話をしている(恐らく、その人たちはその忌々しいヤツが嫌いだから)と、言いたいのでしょう。そしてその人たちの不平をまともに相手にする医者(私のことですが)は、ケチなほら吹き野郎だと言いたいでしょう。

この人にはこうお答えしたいと思います。明らかに、このような貴重なロジックを書いたあなたは、神経生物学者でも医師でもありません。まして大規模な風力発電所の(言わば)陰で暮らしている多くの人たちが、はっきりと明確に訴える症状を経験している人でもありません。

現実の医学に話を戻しましょう。人間の身体はバランスや動きのセンサーが乱されたときに、この厳密な症状の集合体を現すように設計されているので、さきほどアウトラインを示した症状は一緒に発生するのです。——風車の近くに住む多くの人に起こっているように。

重要なので強調します。こうした症状は心理的なもの(話をでっちあげているようなもの)ではないのです。そうではなく、神経学的なものなのです。風車に反応する自分の身体を、どうにもコントロールできないのです。自動的に起こるものなのです。こうした症状のスイッチを入れたり切ったりはできないのです。

このことを力説します。バランスシグナル(前庭シグナルと言います)は人間が簡単に消せるものではないのです。皆さんは、見えるものや聞こえるものを消す(無視する)ことができますが、バランスの感覚から入って来るものを消すことはできないのです。これを自然の法則と呼んでもいいでしょう。

では、人間のバランスの感覚を司るものは何でしょう？聞いて下さってありがとう。バランスはシグナルの組み合わせで感知します。言い換えると、バランスは身体の様々な器官からのシグナル群から感知されます。その 1 つの発生源は、もちろん内耳です。

待って下さい。ここで内耳の解剖図をおさらいしておきましょう。これはウインド・タービン・シンドロームを理解する上で重要です。

あなたの頭の横についている、奇妙な皮膚の羽根から話をはじめましょう。メガネやイヤリングをつけるのに必要なものです。これは外耳ではなく、耳介といいます(ボクサーはここがカリフラワー耳になったりします)。外耳は、綿棒を突っ込む場所、2歳児がビーズなどの宝物をしまいこむ場所です。外耳は耳垢がたまる場所です。シャワーを浴びると水がたまる場所なので、振って出さなければなりません。外耳は鼓膜まで到達する真っ暗な袋です。その袋の終点は鼓膜で閉じられています。

次は中耳です。鼓膜から、卵円窓と呼ばれるものまでです。ここは、子どもの頃に耳の感染症になる部分です(お母さん方、ジョニーを病院に連れて行って、お医者さんに「はい、ジョニーは中耳炎です」と言われたときを思い出してください。これは、ジョニーが風邪をひいて3日後に、夜中に叫びながら目を覚ました後の出来事ですね)。中耳は、咽頭のうしろ側(鼻の裏の上の方)からエウスタキオ管を通じて外気と接触しています。

中耳は、ツチ骨、キヌタ骨、アブミ骨という3つの素晴らしい耳小骨の中に納めています。この3つは、つながっています。ツチ骨、キヌタ骨、アブミ骨は、鼓膜の振動エネルギーを内耳に伝達します。

さて目的地に到着です。内耳(または膜迷路)には、蝸牛、半規管(高校の生物の授業で習いましたね)、そしていわゆる耳石器(おそらく高校の生物では習っていないと思います)があります。

耳石器はウインド・タービン・シンドロームを理解する鍵になります。耳石器は、卵形嚢と球形嚢という2つの小さな膜の袋からなり、それらは蝸牛(螺旋状の膜器官で、音の機械的エネルギーを神経シグナルに伝達します)と半規管(膜器官で、3つの平面的な動きのそれぞれに1つずつ——垂直前方、垂直横、水平——半円があり、角加速度を伝達して、あなたの頭が傾いたり回転したりするとそれを感知します)にくっついています。

2つの耳石器に入っているのは——信じようが信じまいが——岩です(耳石器=otolith organ のotoは耳、lithは岩という意味です。高校の先生は、君たちの頭の中に岩が入っているぞと言いませんでしたか?)。いえ、本当の岩ではないのです。とても小さなものです。実は、耳石と呼ばれる炭酸カルシウム(石灰や牡蠣殻と同じです)のとても小さな結晶です。動きを感知する有毛細胞の平衡斑の上に、耳石が乗っています。これらの石の重さと質量が、有毛細胞に重力や直線的な加速度を感知させます。

ここで話はぐっと美しくなります。「その大きな彫刻家の手で創始の暗い本のページを繰

った」²神様が、半規管と耳石器の青写真を見せて下さったのです。脳の機能にとって非常に基本的な構造ですから、魚、両生類、そして(いわゆる)高等な脊椎動物は皆、その構造を持っています。そうです。私たちもその中に入っています。これらの生物のそれぞれの中で、耳石器は心が理解できるよりもずっと古い機能だけでなく、心そのものが何かを定義できるほど深い機能を果たします(注意：私たちが聴覚に使う蝸牛は、哺乳動物ではもっとずっと後に進歩します)。

私たちは、哺乳類の心を開く 1 つのマスターキーあつての存在です(哺乳類だけでなく、脊椎動物の世界全体にとって)。読者の皆さん、あなたの家の窓の外の回転する巨大な風車から発生する低周波騒音によって騙されているのは、このマスターキーなんです。

私たちは、本当に古代の解剖学的構造の中に存在しています。数百万年です。魚、両生類、そして「高等」脊椎動物がすべて、半規管と耳石器を持っています。

考えてみて下さい。タラのような硬骨魚は耳石器で聞きます。彼らの耳石器は、近くにいる捕食者(天敵)や被食者(エサ)の動きの音と振動の探知機です。彼らの耳石器は、重力(どちらが上か)や加速度(魚が動いたり回転した場合の)も感知します。大西洋タラの耳石器は、超低周波音(0.1Hz、言い換えると 10 秒間に一つの波)による水の攪乱にとっても敏感なので、遠くの海岸の波が発する音波や大西洋中央海嶺からの地震波を、数百キロメートルも海洋を移動する間のガイドとして使えるのでしょ。

考えてみて下さい。カエルにとって、球形囊(耳石器の一つ)は基質振動にもっとも敏感な耳の一部なのです。球形囊と、新たに進化したカエルの耳の一部、聴器は、音と振動の両方を感じます。球形囊は低い方の周波数を感じ、聴器は高い方の周波数を感じます。

以上のことは、私たちの耳石器が重力や身体の動きを感知するだけでなく、先祖代々、音や振動や低周波音の感知器であったという考え方の基礎を築くためにご説明しました。人間の耳石器は、これらの機能のいくつかを持ち続け、やがては前庭シグナルを送り出すことで騒音や振動に対応するようになったのです。

カチッという大きな音や突然の音響による刺激で、正常な人間の前庭器官は測定可能な特別の反応を引き起こします。首の前の筋肉への電気シグナルです(前庭誘発筋電位 VEMP と呼ばれます)。これは重要なので繰り返します。頭や身体を動かさずに、耳に伝わった騒音が一連の素早い(神経の)反応を引き起こし、首の筋肉の正常な緊張状態を変化させます。この首の筋肉のシグナルは、前庭頸反射の一部です。前庭頸反射の目的は、身体や頭が動いている間、頭を安定させることです。たとえ大きく特殊な騒音でも、身体や頭が動いていないのに、動いていると前庭システムに思わせるような一連の反応を引き起こします。そう、正常で健康な大人の反応です(風力発電事業者の皆さん、読んでくれていますか?)。

2. ライナー・マリア・リルケ

しかし騒音は、空気と鼓膜と中耳を通ってくるとは限りません。振動や「骨導音」は、内耳を形作る骨を直接通って内耳に到達します。実験や臨床検査でこれをやってみようと思うなら、耳の後ろの側頭骨乳突部の皮膚に何か振動するものを当てます。シグナルが骨伝導を通じて入ってくる場合、空気と中耳というルートを通じて入ってくる場合より、ずっとエネルギーが少なくても(小さなデシベルレベルでも)前庭反応は引き起こされます。骨伝導はまた、低い周波数の音や振動でもよく伝わります。

面白いことに、人間の正常な前庭システムが低周波に対して魚やカエル並みに敏感だということが 2008 年に発表されました。この実験は、力の大きさを慎重に調整しながら、振動する棒を側頭骨乳突部の皮膚にあてて行われました。被験者には振動が音に聞こえました。そして研究者は、被験者の眼の筋肉から出る電気シグナルを測定して前庭の反応を調べました。興味深いことに、この反応は 100Hz でピークになりました。つまり 100Hz で、それより低い周波数や高い周波数よりも、前庭と眼の筋肉の反応が大きかったということです(参考までに、100Hz は真ん中のドの 1 オクターブ半下のソからソ#と同じくらいの高さです。つまりピアノの 23 から 24 番目の鍵盤です)。このピークでは、被験者には音が聞こえないほど振動の大きさを小さくしても、振動による前庭反応(眼の筋肉の電気シグナル)が測定されていました。実のところ、前庭反応を引き起こす振動のパワーは、被験者に聞こえる音のパワーのたったの 3%程度(15dB 小さい)だったのです。

これは、内耳の前庭器官のいくつかの部分が蝸牛よりも振動や骨導音に敏感であるということを示しています。この研究論文の執筆者たちは、この敏感な部分は 2 つの耳石器の 1 つである卵形囊、そして振動に敏感ないくつかの特別な有毛細胞と神経線維だと考えました。これらの有毛細胞や神経線維は、卵形囊の中の他の有毛細胞や他の前庭器官の有毛細胞と一緒に機能します。

これは素晴らしいことです(適切に行われた実験で出た結果でなければ、これは異端視されたことでしょう)。人間の耳に聞こえない音は、とても弱いため、身体他の部分に感知されることはないという考えは、過去 70 年間にわたって音響学者にとっての福音でした。これからは次のように訂正の横線を引いてあげましょう。~~人間の耳に聞こえない音は、とても弱いため、身体他の部分に感知されることはない。~~間違っているとわかったからです(これはまた、生活環境騒音の研究で A 特性を用いることがおそらくは時代遅れだということも意味しています)。

そして音もなく
耳の水路を通して
川のようにうねるのはきっと
海の揺れる音

——W.H.オーデン ごらん、よそ者よ

さて、バランス感覚が私たちに何をもたらすかに話を戻しましょう。ここまでで、バラ

ンスがいくつかのシグナルの組み合わせから来ていると申し上げました。また、そのうちのいくつかが内耳を出発点にしているともご説明しました。内耳の他に、眼も脳に動きや位置のシグナルを送っています。身体中の筋肉や関節も同じです。「伸張」受容器と呼ばれるものを使って、私たちが空間のどこにいるのかを教えてください。

そして最後に、最近、新たに発見された胸と腹の伸張・圧受容器によっても、私たちはバランスを保っています。これらの小さな受容器は、重力や加速に対する身体の向きを感じするための重さや容積として血管や血液などを含む様々な器官を用います。

これまでに述べたことは、風車から発生する健康被害を研究する上での適正な基礎知識です。いつも風力発電事業者によってナンセンスと退けられる健康被害の、です(タバコ産業が喫煙を健康問題と認めないのと同じです)。しかし風力発電事業者は、臨床医でもなければ、風車に苦しめられる住民でもありません。

研究者たちが、風車の聞こえる騒音と聞こえにくい騒音と振動を測定し、それを地域住民がリアルタイムで経験している症状——つまり彼らとその症状を実際に経験している時——とを結びつけられるように早くなれば良いと私は願っています(これは、以下に述べるように、発表された数々のケースにおける同様の訴えに対して行われてきました)。それが実際に行われるまで、私はこのレポートをパイロットスタディとして提供します。

読者の皆さんには、ウインド・タービン・シンドロームが振動音響病と同じではないことを理解して戴きたいと思います。こんなことを言うのは、両者が一般のメディアで同じものとして扱われることが多いからです。両者は、想定されているメカニズムが違いますし、騒音の振幅もまた、恐らく違っています。

私の考えるウインド・タービン・シンドロームは、既に述べたように前庭システムが介する知覚的・神経的現象です。一方、振動音響病は、構造物を守るために肥厚が起こったり、その他の病態的变化が起こるといったように、さまざまな器官の組織への直接的なダメージによって起こると仮定されています。原因として疑われるのは、高い振幅(パワーの大きい、または強さの大きい)の低周波騒音です。この後に述べる私の研究手法では、風車の騒音に曝されることが振動音響病に見られるような種類の病態の原因となるかどうかわからないのです。さらなる臨床的な調査を行う価値のありそうな、喘息や下気道感染症などの共通点はありますが。

さらに、ウインド・タービン・シンドロームは電磁界が原因で起こるかと聞かれることがあります。起こると考えられる理由は1つもありません。1979年以來、磁界と健康に関する広範囲な疫学的調査が行われています。高圧線の近くに住んでいる人、発電所やその他の産業で働いていて磁界への曝露が高そうな人と、そうでない人とを比較する研究です。この研究を行った機関は、磁界に曝されることで子どもや大人のガン、心臓病、精神病、痴呆、あるいは多発性硬化症になるという十分なエビデンスを得ることができませんし

た。この研究から 30 年後、磁界で起こると考えられている影響について、生理的メカニズムの実験から得られるエビデンスは依然として何もありません。

研究者たちはどんな曝露を測定したら良いか、曝露時期はいつなのか(たとえば、先週か 5 年前か)がわからないので、疫学的研究が困難なのです。ある団体が、発電所での労働と筋萎縮性側索硬化症(ALS)との関係を示したことがあります。これは磁界よりもその環境で頻繁に電氣的ショックを受けていたことに関係がありそうです。家庭での交流の電圧と周波数の変動(「汚れた電気」と呼ぶ人もいます)が ADHD から発疹、糖尿病、ガンまでの幅広い不特定の医学的問題を生み出すという主張は、完全に実証されたわけでもなく、また起こりそうな生物学的メカニズムも見つかっていません。

序文、そして背景をもう少し

風力発電事業者は、風車が静かだと言います。家庭用の冷蔵庫より、うるさくないと。彼らは、この明らかに間違った主張を使って、民家からわずか数百メートルのところに風車を建ててもオーケーと簡単に地方政府を信じ込ませてしまいます。多くの例で、地域住民の裏庭のすぐそばに建っています。

言い換えれば、風車のセットバックは風力発電業界が決めているのです。事実上、政府の規制はありません。

かくして我が家の電話(と電子メール)は鳴りはじめます。世界中から人々が私に連絡をしてきて、しばしば大変感情的な声でこう言うのです。裏口から 450 メートルのところに風車が建って以来、よく(または全然)眠れないと。不眠だけでなく、隣の敷地の風車が稼働しはじめたせいで、沢山の健康被害が発生します。

4 年以上にわたり、私はこうした訴えを聞いてきました。その人たちの説明する症状は、驚くほど共通しています。共通し、しかも消耗性の症状も多く見られました。私は、この人たちのバランスシステムが混乱していると理解しはじめました。

私は、人々が風車の近くに住むと具合が悪くなる、その悪くなり方を臨床的に定義付ける必要があると思いました。もし症状が、生理学的に意味のある一貫した症状群を形成すれば、次のことを理解するうえで前進することができるのです。

- a) 厳密に何が原因か
- b) どのくらいの人数がその症状を患っているか
- c) 感受性の強いのはどんな人か
- d) その症状をコントロールもしくは防止するにはどうしたら良いか

このことは私の目標になりました。つまり、患者たち全員が訴える病気群の病態生理を理解するということが。

しかし、すぐさま問題が生じました。事業者は騒音に注目します。彼らは音響学者を雇い、騒音レベルを測定させます(ちなみに、騒音測定値を切り刻む方法は沢山あります)。そして彼らは、以下のようなことを書いたレポートを作成するのです。

- a) 風車はこの(ナントカ)dB の騒音を発生しています。
- b) この範囲の dB に関する従来の音響学的知見によれば、健康被害など発生しません。
- c) したがって、この人たちは症状があるように装っていると結論付けられます。
- d) おしまい。

この話の頭とお尻をひっくりかえしましょう。私たちに必要なのは a) の騒音レベルではなく、c) の症状からはじめることなのです。イギリスだろうとカナダだろうと、そしてあなたも、症状は共通しているのです。さらに、その症状群は既に知られている臨床メカニズムと一致しているのです。ここにはミステリーなど何もありません。

したがって、この症状群は重要な判断基準となるのです。ならねばならないのです。

騒音を測定する際、ある瞬間に患者が実際に症状を訴えているが、違う瞬間には症状が出ない場合の、その症状が出る瞬間の騒音スペクトラムの厳密な質を求めるために測定を精査しなければなりません。これが、騒音測定の価値です。

ところで、風車と健康に関して発表されている他のレポートでは、私が発見したものと同じ症状群が発見されています。本文の方には、アマンダ・ハリー博士やバーバラ・フレイ博士、ピーター・ハッデン博士、ロビン・フィップス教授の論文がレビューしてあります³。

- 1) ハリー博士は、まったく同じ問題を発見しています。彼女は症状を訴える人々にサンプルを限定することで、高齢になるほどサンプル数が増えることを発見しました。このことは、高齢というのが1つの危険因子であることを示しています。
- 2) フレイ博士とハッデン博士は、患者の談話の中に同じ症状を報告しています。
- 3) フィップス教授は、風車から 15km 以内に住んでいるすべての人にアンケートを送りました。回答者はすべて、風車から 2km 以内に住んでいました。そのうち 2%からは、不快な身体症状があるという答えを得ています。約 7%は、自主的に電話をかけてきました。その人たちは、風車から発生する騒音や振動で起こっている苦痛や問題をもっとよく聞いて欲しいと思ったのです。そのほとんどは、睡眠を妨げられていました。そうです。2km 離れていても、です。

3. Pierpont (2009).

私の研究の被験者たちは、彼らの問題が騒音と振動によって起こっているとはっきり答えています。また何人かは、回転するブレードの影も原因でした。さらに彼らは、風向きや風の強さ、ブレードの回転スピード、風車がどちらを向いているか、特別な音が風車から出ているかどうかによって、症状が出たり出なかったりすることにも気づいていました。言い換えると、彼らは風車がどういう動きをしているかによって症状がひどくなったり軽くなったりすることがわかっているのです。彼らはまた、近隣の鉄道や自動車などの他のタイプの騒音と比べても、騒音の質が奇妙でわずらわしいものだとも知っています。部屋の中のシャドーフリッカーや風景を撫でていくブレードの影に特にわずらわされている人も数人いました。

特に重要なことは、被験者たちが自宅や風車の近くを離れると症状は消え、自宅に戻ると症状も戻るといことです。最終的には、ほとんどの被験者たちが体調の回復のために家を離れることになりました。

繰り返しますが、この問題を研究する上での唯一の合理的な方法は、**症状が第一、騒音測定は第二で、逆ではありません。**

騒音。先に進む前に、読者の皆さんに騒音とは何かを理解していただく必要があります。もし騒音に関して高度な知識をお持ちなら、この後の数パラグラフは飛ばしてください。そうでない方には、ご説明しましょう。

風車は、超低周波音(私たちに聞こえる範囲より低い音)から私たちの耳に聞こえる範囲の音(可聴音)、そして超音波(私たちに聞こえる範囲より高い音)までを出しています。これは間違いありません。「低い」や「高い」とは、ピッチ(訳注:音の高低)のことです。「周波数」は「ピッチ」という意味です。したがって低周波騒音(low frequency noise : LFN)とは、ピアノの低い方の音のように「ピッチが低い」ということです。高周波とは、人間の話し言葉の「s」の音のようにピッチが高いということです。周波数はヘルツ(Hz)で表します。ヘルツとは「1秒間の波またはサイクル」のことです。

騒音はまた、ある特性の強さまたはパワーを持っています。その音が耳に聞こえる場合には、それを「うるささ」と呼びます。うるささまたは強さは、「デシベル」または「音圧レベル」で測定されます。それらは、音にどれくらいのエネルギーまたはパワーがあるかを測定することで、「振幅」とも呼ばれます。

次の定義は波長です。高い周波数の波は短い波長になります(海の波を考えてみて下さい。矢継ぎ早に到達する波は、ピークとピークの間が短いものです)。低い周波数の波は長い波長になります。低周波数ではピークとピークの間は遠くなります。波は同じ媒体を同じスピードで移動します。

さて話は面白くなってきました。空気中の音波は圧力変化の連続です。固体における音波は、振動に近いものになります(実際、「振動」という言葉は技術的には固体に起こってい

る場合にのみ使われます)。

余談ですが、これから私は騒音と振動をしばしば一緒に語りますが、それは異なる物質を通過する際のエネルギーの連続体について語っているからです。たとえば、空気を通ってくる 1 つの音波が建物にぶつかれば、その壁を振動させ、そして部屋の中に入れば今度は音波に変わります。また、地中を通ってきた振動は建物では振動となりますが、部屋の中や、あるいは骨伝導によって耳の中に伝わる時は音波になっています(低周波に関しては、この種のエネルギー交換は沢山あります。距離や伝わるもののせいでエネルギーがあまり減衰せず、進み続ける傾向にあるからです)。

私たちが扱う種類の症状を医学的に研究する場合、概して低い方の周波数レンジの音が相手になります。——可聴範囲より低いか、可聴範囲の中の低い方の音です(本書でこの種の研究を 2 つレビューしました)。ウインド・タービン・シンドロームに関してさらに研究していくと、風車から出る高い方の周波数の騒音でも症状が発生するとわかるかもしれません。しかし同様の症状に関するいくつかの研究から、騒音の中の主犯はどうも低周波騒音らしいのです。

うるささ、あるいは強さも問題になります。風力発電事業者側の音響学者たちは、風車から出る低周波騒音の強さが、通常の空気を伝わる音としては人間の聴覚閾値以下であるということを利用して、健康に影響を与えるには弱すぎると主張します。音響学者たちは「**聞こえない音は、人体に害を及ぼさない!**」と教えられているのです。しかしこれは、身体の機能について単純化しすぎです(音がどのように前庭反射のきっかけとなるかに関するセクションで既に述べたように)。騒音と健康の基準は、聴覚にダメージを与えるようなうるさい騒音から人間の耳を守ることに焦点を当て、小さい音レベルの有害な影響(たとえば、夜の騒音とストレスホルモンと心臓血管の変化に関する論文で幅広く報告されているように)については無視しています。

症状を第一に考えようと思えば、ウインド・タービン・シンドロームにおける騒音問題は単純です。症状が出るか治まるか、です。音響学者の皆さんは、症状が出たときに騒音レベルを測定し、症状が出ないときの騒音レベルと比べる必要があります。この方法なら、厳密にどの強さのどの周波数が症状の原因になるかわかります。

39～40 ページで、ドイツの騒音制御技術者たちによって発表された内容を 2 例紹介しています。症状と騒音測定とを関連付けた内容です。どちらのケースも、症状(ちなみにウインド・タービン・シンドロームにとっても似ています)はとても低い周波数の騒音によるものでした。一方のケースでは、騒音は特定できましたが音源はできませんでした。もう一方は、音源が大きなビルの換気扇でした。

騒音の集中講座に戻りましょう。共鳴について。ギターや弦をかき鳴らしたり、バイオリンの弦を弓でひいたりしたときに、楽器のボディの中に共鳴が生じます。空間の中で起こるエコーのようなものです。したがって、その空間のサイズによって、ある長さの波長

の音が効率よく行ったり来たりします。その空間の壁は、特定の周波数で振動する傾向があります。そして、その壁の持つ固有振動数が行ったり来たりしている音の周波数と同じだと、壁そのもの(ギターの内壁やバイオリンの内壁)が、その「共振周波数」で音波に「パンチ」を加え、その周波数の音が大きくなります。

これはブランコをこぐのによく似ています(子どもの頃にみんなやりましたよね)。ブランコをこぐことは音と同じで、周波数と振幅を持つ波の機能の一種です。ブランコの周波数は、1分間にブランコが何回行ったり来たりするかです。周波数はロープの長さで決まります。——ロープの短いブランコは揺れが早いわけです。振幅は、子どもがブランコをどれだけ高くこぐか、です。共鳴は、振幅を増やす(高くこぐ)ためにかなりのタイミングでこぐ(揺れにエネルギーを加える)には、どうやってこいだら良いかわかっている子ども。周波数は一定ですが、子どもがこぐことで、どんどん高く揺れます。

子どもがブランコをこぐ行為は、共振空洞の壁のようなものです。つまり、かなりのタイミングで「波」をちょっとだけ押しやるのです。

オーケー。騒音の授業は終わります。今度はこれを、ウインド・タービン・シンドロームに応用しましょう。

共鳴は、身体の空間の内部や、固体でもしなやかで弾力のある背骨に沿ったところのような身体の部分でも起こります。身体のさまざまな部分に、それぞれ共振周波数があります。それらの多くは、低周波レンジです。ある音・振動が身体にぶつかり、共振周波数が一致する身体の部分で、振動が起こると考えられます。

ウインド・タービン・シンドロームで重要な身体の共鳴は、胸と腹の空間の共鳴です。胸の壁は弾力のある筋肉、骨、軟骨、腱、靭帯からできていて、呼吸するときを使う自然の弾性収縮力を胸に持たせています。息を吸うときに胸を膨らますのはエネルギーを使いますが、空気を押し出すのに必要な力の多くは、胸の弾性収縮力によって難なく生じるのです。

呼吸メカニズムの重要な部分の 1 つは、胸の底にある横隔膜の筋肉です。横隔膜はドーム型で、卵の上の方のような形です。あなたが息を吸うと、横隔膜は平らになります。平らになると下に引っ張られるので、胸の空間を広げて腹の空間を押し出します。腹の空間はとても柔らかくて柔軟です。前面は薄い筋肉のシート、皮膚、その他の柔らかい組織でできていて、骨も軟骨もありません。だから息を吸うと、胃が突き出ます。横隔膜の筋肉をリラックスさせるとドーム型に跳ね戻り、空気を押し出します。自然の弾性伸縮力が働いているのです。

したがって、空気圧の波が肺に入ると、その空気圧の波がこのしなやかなシステムを振動させるのにほとんどエネルギーを要しません。1秒に 4~8 回(Hz、1秒間の回数)の周波数で横隔膜は振動します。4~8Hz の周波数は低周波騒音、もしくは可聴レンジ以下の超低

周波音です。

横隔膜が振動するだけでなく、腹部にある臓器全体もまとまって上下に震えます。肺に向かって行ったり来たりするのは。腹部で最も大きな臓器は肝臓です。肝臓は横隔膜の下側にくっついています。

体の中に、共鳴する場所がまだあります。眼(周囲を骨で囲まれている球体で、内部の物質密度が低い)と脳の入れ物です。前庭反応のピークが 100Hz だと発見した内耳の研究者たちは、頭蓋骨が 500Hz で共鳴すると言っています。その周波数で、頭蓋骨は「鳴る」ということです。背骨でさえ共振周波数を持っています。背骨は弾力があります。もし特定の周波数で振動したら、背骨に添って縦に振動することになるでしょう。

内耳の中の器官のように身体のとてつ小ぢな部分でも、サイズや硬さ、両側にある液体からの圧力によって、それぞれの共鳴やピーク反応を持っています。球形嚢のピーク反応は 100Hz であるというように。

要するに、私たちが日ごろ騒音と呼んでいるものは、身体の内部分にある無数の構造物や空洞に、強力なインパクトを与えるものなのです。この重要な問題はすべてこれから考察のセクションでご説明しましょう。

研究手法のセクションに進む前に、音のパワーの測定に関するいくつかの言葉と、いわゆる「A ウェイト」と「C ウェイト」について説明しましょう。音のうるささ(エネルギー)を、整合的で再現可能な方法で測定するのは難しいことです。低周波の場合、特にそうです。音の測定機器における A ウェイトと C ウェイトは、周波数によってエネルギー(うるささ)をふるいにかけるものです。騒音のうるささに関して 1 つの数字が示されたとき、その数字には沢山の周波数が貢献しています。ウェイト(重み付け)は、それぞれの周波数がその数字にどの程度貢献するかをコントロールするものです。

A ウェイトは、普通の騒音を研究するための一般的なもので、恐らく良識からでなく慣例だから使っているのでしょう。これは人間の聴覚の周波数反応を複製するためにデザインされています。——空気、外耳、鼓膜、そして中耳にある 3 つの骨を通した人間の聴覚です。この外耳から中耳にかけての(A ウェイトの)システムは、人間の言語認識で使われる高い音を強調し、中間から低いレンジの可聴音にはあまり重きを置かないか、最小限しか捉えないフィルターです。超低周波音も同様です(20Hz 以下と定義されています)。A ウェイトは、1000~6000Hz のレンジの音を少し強調しています(ピアノの音で言うと、真ん中のドの 2 オクターブ上のド、つまり 64 番目の鍵盤から、ピアノの最も高い音のまだ上のファ#まで)。そして、だいたい 800Hz から下は周波数が低くなるに連れて段々と弱く捉えるようになります(800Hz は、真ん中のドの 1 オクターブ半上のソ~ソ#、59~60 番目の鍵盤です。そんなに低くありません)。人間の前庭器官が非常に敏感に反応する振動周波数の 100Hz(真ん中のドの 1 オクターブ半下のソ~ソ#、23~24 番目の鍵盤)については、A ウェイト測定は実際の音エネルギーの 1/1000 しか捉えません(-30dB)。31Hz(低い方から 2

番目の白鍵のシ、三番目の鍵盤)については、A ウェイトは実際の音エネルギーの 1/10,000 しか捉えないのです(-40dB)。10Hz は、別の研究(39 ページをみてください)でウインド・タービン・シンドロームに似た症状の原因となることがわかっている周波数ですが、A ウェイトでは実際の音エネルギーの 10^{-7} 、つまり 1 千万分の 1 しか捉えないのです。

他方 C ウェイトは、可聴音レンジでは重み付けがありません。——つまり、さまざまな可聴音周波数について、強調もしないし小さくもしません。そして 31Hz 以下については、矛盾なく定められた規則に従って減少していきます。10Hz では、C ウェイトは実際の音エネルギーの 1/25 を捉えます。A ウェイトと同様に、C ウェイトも音の測定機器には標準となっています。

C ウェイトは A ウェイトよりも、生活環境騒音を表現する上で、はるかに意味を持っています。A ウェイトは音が高くなるに連れて、バイアスがかかるからです。つまり、壁にさえぎられる音、音源からみて壁の反対側にいる人は悩ませそうもない音を大きく重み付けします。壁を通り抜ける音は低い音です。テレビの低い音や隣の部屋の人が話す声、どすどすという足音、頭の上で回転する洗濯機、除雪機のガラガラいう音、1 ブロック先の若者の乗るブーム・カー(訳注: 車内で大音量の音楽をかけていると、外部には音楽は聞こえず低音だけが漏れて聞こえる。若者たち乗っているそのような自動車のこと)。こうした音は、壁や窓を振動させることがあります。妙なことに、A ウェイトによる(風車の騒音測定を含む)生活環境騒音の測定は、ちょっとした防音壁で防止できるような周波数に重きを置くのです。

100Hz の耳に聞こえない骨伝導音が人間の前庭システムを刺激することはご説明しましたね。A ウェイトを生活環境騒音の研究に用いることは、正当性が乏しいのです。——つまりそれ単独では、ということです。C ウェイトと一緒に使うことで、同じ騒音の A ウェイトと C ウェイトとの差を出して、騒音における低い方の周波数の音のパワーを、簡単に矛盾なく評価することができます。

A ウェイトや C ウェイトの標準測定機器を手に入れることは簡単ですが、非常に低い周波数の音のパワーを測定するには費用もかかり、専用の測定機器もモデル間で標準化がなされていません。しかし、もしウインド・タービン・シンドロームを完全に理解しようと思えば、測定しなければならないのは、この非常に低い周波数なのです。

研究手法

研究デザインとして、私はいわゆる**症例集積**というものを用いました(医学の世界では、症例集積は、**新たな同様の医学的問題を持つ個人々の集積の記述的な説明**と定義されます)。

医学研究においては、**症例集積**はたいていコントロール(比較)グループを設けません。し

かし私は、フィールドエコロジーでの研鑽に基づいて、自分の研究に新機軸を加えました。正式な形のコントロール(比較)グループを設ける代わりに、私は被験者を選択し、比較ができるように情報を集める方法をアレンジしたのです。

第一に、いやしくもこれを風車をもたらした問題と呼ぶために、被験者が**曝露している時**と**曝露していない時**でどう違うかを比較し、「曝露していない時」とは風車の近くに住む前と、住むのをやめた後の両方に特定しました。**すべての被験者は、自宅の近くの風車が稼働し始めてすぐに問題が生じ、風車から離れているときは問題がなくなると認識していました。**

第二に、以前はなかった特定の症状を示している被験者を比較しました。そして、医学的な危険因子を発見するために、それらの違いが年齢や現在の健康状態などに影響されるかどうかに着目しました。

集団全体に対して、意図していなかった第三の比較をすることができました。たとえば、ハリー博士と私は同様の方法——影響を受けた大人に対するインタビュー——でサンプリングし、私たちは共に 50 歳代から高齢の人に向かってサンプルが多くなっていることを発見しました。このことで、年配の人ほど私たちのサンプルにおける割合が高いので、年配の人ほど影響が頻繁だということがわかりました(このことは医学的に意味を持っています。そして、風車以外の騒音に最も悩まされているのが高齢者であることとも一致します)。

さらに私の研究では、片頭痛の持病のある人がそうでない人より多く、これは片頭痛持ちの人が年配の人と同じように感受性が強いことを示しています。

さて、私の症例集積とは違いますが、ウインド・タービン・シンドロームを疫学的に研究した場合、何に着目し何が示せるのかを考えてみましょう。疫学的研究にはいくつかのタイプがあります。

前向き研究と縦断的研究においては、科学者は同質のグループ 2 つを研究対象とし、病気の原因(と思われるもの)または病気を進行させるエージェント(原因となるもの)に曝露する**前に**グループを決めます。一方のグループは**スタディグループ(実験群)**と呼び、もう一方は**コントロールグループ(対照群)**と呼びます。実験群はエージェントにこれから曝露しようとしている人の集まりです。対照群は実験群と、年齢、性別、収入、教育など、考えうるすべての条件が同じ人の集まりです。

この後、曝露のスタートです。研究者は両方のグループの人たちに何が起きるかを観察し、比較し、統計をとり、結論を導き出します。

前向き研究は、新薬の臨床試験など、その曝露で状態が改善すると思われる場合に用いられます。役立つはずのエージェントが実際には害になっていないかを確認するために、両グループの被験者の様子は注意深く観察され、データが分析されます(害になることも

時々あります。そうなれば、臨床試験は途中でストップします)。

前向き研究はまた、タバコなど有害なエージェントに曝されるときや、遠くの空港が閉鎖になって近所に新設されたというような原因で起こったことにも用いられます(空港の話は実際の研究にあります。この研究で、子どもたちの読解能力に騒音曝露が有害な影響を及ぼしたことがわかっています)。しかしもちろん、既に有害と疑われているものに人々をわざわざ曝露させるような研究は、倫理にもとると言えるでしょう。

横断的研究は、前向き研究や縦断的研究とは異なります。横断的研究は、同じ時間枠の中で曝露された人たち(実験群)と曝露されていない人たち(対照群)とを比較します。——実験群と対照群は、曝露が起こる場所によって住んでいる場所も働いている場所もさまざまです。両方のグループは、曝露以外は同じ性質である必要があるため、研究集団を選ぶのが難しいのです。もう 1 つの難しい点は、何をどのように測定するかです。たとえば風車について言えば、私が行ったような綿密な臨床インタビューは、数百人・数千人のサンプルサイズでは実行不可能でしょう。他方、郵便アンケート調査は調査対象とする集団の全員に届けることも可能ですが、回答率が低かったり、質問の意味が理解されない可能性があったり、その両方のためにバイアスがかかったりするという問題があります。アンケート調査は、すべての人に同じように理解してもらうために、また誘導的であることを避ける意味で、非常に平凡で単純になっていることが多いものです。

「医師のためのレポート」の最後に、私は次のステップとしてどんな研究が実現可能で望ましいかについて書きました。特に、多くの人をカバーし、問題を特定した現実的な健康に関するデータが扱えるデザインについて説明しました⁴。このアプローチは、ヨーロッパの国をいくつか選ぶのが理想でしょう。——風車があって、しかも複数の医師の診察結果が 1 つの中央データベースに記録される健康管理システムが作れるからです。

私のレポートに話を戻しましょう。どんな臨床研究も、どの新しい症状が新しい曝露によるものなのか、そうでないのかを発見できるかどうかという問題を抱えています。疫学研究においてそれは、曝露していないグループと曝露しているグループを観察することによって達成されます。私はこのような研究をする財源を持っていなかったのも、被験者の皆さんに曝露後の期間があるだろうと考えました。——曝露が終わった後の時間、症状が消えている時間です。**曝露の間に症状があり、曝露が終ると症状が消えるものだけが、ウインド・タービン・シンドロームと定義されます。**私の研究デザインにも限界がありますから、これは風車に曝露することで起こる健康被害のすべてを捉えてはいないかもしれませんが。しかし重大な症状群は確実に捉えました。

私が対象群を作り出した方法は、もう 1 つあります。インタビューの間、被験者のすべての家族構成員の情報を集めました。——被験者自身のこと、子どもたちのこと、そしてインタビューに答えられない障害のある家族のこともです。この方法で、私は被験者の家

4. Pierpont (2009).

族の全員が等しく影響を受けているわけではないことを発見しました。風車から同じ距離の同じ家に住んでいるにもかかわらず、です。私は、曝露前の病歴のどの部分が、曝露の間に出るどの症状の予兆となるかを見つけるために、影響を受けている人と受けていない人を比較しました。

このことを頭において、私がどうやって被験者を選んだかを見てください。

- 1) 風車の近くに住むことで、少なくとも家族のうち1人が深刻な影響を受けていた。
- 2) 自宅を転居するか、症状を軽くするために十分な時間を、自宅の外で過ごす必要がなかった。
- 3) インタビューする相手は、いつ、どんな条件の下で、何が彼らに起こったのかを、詳細に、矛盾なく、はっきりと言うことができた。
- 4) すべての被験者は、2004年から2007年までの間に稼動を始めた風車の近くに住んでいた。
- 5) インタビューしたときすでに自宅から転居していた場合でも、転居してから6週間以内であった。
- 6) 風車の曝露(一般的に騒音と考えられる)から自分自身を守るために、下記のような深刻な行動をとらなければならなかった。
 - a) 数家族は、転居した
 - b) 数家族は、転居しようと、セカンドハウスを購入した
 - c) 数家族は、数ヶ月間、家を離れた
 - d) 1家族は、騒音を軽減しようと、家を改造した
 - e) 1人は、地下室で眠った

最後のポイントです。この、のたくったような文字 χ^2 は、「カイ二乗」と読みます。パニックを起こさないで下さい！これは簡単な統計検定なんです。例を示しましょう。

- 1) 何人かのグループが1つあります。
- 2) 背の高い人と低い人、目の青い人と茶色い人で分類します。
- 3) χ^2 検定では、目が青いことがランダム(非連関)以外の某かの確率で、背が高いか低いかと関連があるかどうかわかります。
- 4) 目が青いが茶色いかは背が高いか低いかは関係がないことを誰もが知っていますから、たとえば20人をこれらの性質(目の色と背の高さ)で分類して χ^2 検定を用いると、非有意となるでしょう。
- 5) 説明終わり。

ね、そんなに難しくなかったでしょ？

医師のためのレポートを読んでいると、 χ^2 と一緒にp(確率)値と呼ばれるものがカッコに

入っているのに出くわします⁵。ここでも、パニックしないで下さい。この p は2つの変数(目の色と背の高さ)の間の関係がランダムである確率です。言い換えると、背が高いことはあなたの目が、ある種類の色である確率を大きくしない、または、背の高さと目の色はまったくの非連関であるということです。

p の値は、0に近い小さな数字と1との間の数字になります。 p の値が低い場合は、2つの変数の間に有意な相関関係があることを意味します。「低い」とは、0.05より小さいということです。「とても低い」もしくは0.01より小さい場合は、2つの変数(背の高さと目の色)が偶然を超えて一緒に起こる可能性がより一層強くなります。

オーケー。ひと息つきましょ。数学は終わりです。これは私の研究で、まさしく「危険因子」を特定した方法なのです(危険因子とは、本書の場合は風車に曝露したときにウインド・タービン・シンドロームに対して感受性の強い体質、もしくは感受性を強くするような病歴のことです)。私は χ^2 分析を応用しました。たとえば、患者が風車に曝露したとき、耳鳴りがするかどうかに着目します。それを、その患者がこれまでに工場・事業場騒音に曝露したことがあるかどうかと比較します。この場合は、有意な関係が存在するとわかりました。

このことは、結果のセクションでまたお話ししましょう。

結果

私の研究では、ウインド・タービン・シンドロームのコアの症状として以下のことがわかりました。

- 1) 第一に、ほとんどの被験者が睡眠を妨げられていました。睡眠遮断について、特に興味深いパターンが2つ現れました。
 - a) 1つ目は、「恐れ」から目が覚めたり眠れなかったりするものです。子どもの夜驚症と大人の恐怖や極端な警戒による目覚めがこれです。これらの大人は、たとえ自分が風車の音で目覚めたとわかっているにもかかわらず、誰かが家に押し入って来ないかどうか家をチェックしたくなります。夜、胸がドキドキしたり、息ができないと感じて目覚める大人もいました。
 - b) 2つ目は、夜間の頻尿です。大人はこれが頻りに目覚める原因になり、子どもの被験者の1人はおねしょの原因になっていました(その子は、風車から離れたときはいつも、おねしょをしませんでした)。

インタビューしたほとんどすべての被験者が睡眠を妨げられていたので、睡眠遮断につ

5. Pierpont (2009).

いてのリスクファクターには着目しませんでした。

- 2) **頭痛** 被験者の半数強に頭痛があり、風車曝露の前と後には、通常経験する頭痛(これを「ベースライン」と呼びます)よりもひどい頭痛に見舞われていました。この頭痛は、通常の頭痛(被験者のベースラインの頭痛)よりも頻度が多く、程度もひどく、そして時間も長くなっていました。

頭痛がひどくなったと回答した被験者の半数は、片頭痛の病歴を持っていました(すなわち遺伝的に、ひどい頭痛の間、めまい、吐き気、視覚の変化、光や騒音や動きの忌避傾向がある)。風車曝露の間に頭痛のあったすべての子どもの被験者は、自分自身か両親に片頭痛の病歴がありました。

曝露の間に頭痛があった大人の約半分は、頭痛に関する危険因子を確認できませんでした。このことは、風車に曝露した誰もがひどい頭痛に見舞われる可能性があることを示しています。

- 3) **耳の症状** 耳鳴りは、曝露中で最も多い症状でした。耳鳴りとは、片耳または両耳になにかの音や、ブザー音、水の流れる音が聞こえること、または頭の中でブザーが鳴っているような感じがすることです。曝露中の耳鳴りの危険因子は以下の通りです。
- a) 曝露前に何らかの耳鳴りの症状があった(曝露中は耳鳴りが悪化)。
 - b) 曝露前に、何らかの聴覚障害があった。
 - c) 以前に、工場・事業場騒音に曝露したことがある。

これらすべては、騒音曝露、化学療法、ある種の抗生物質などによって内耳へのダメージを以前に受けたことを示しています。

被験者はまた、耳の痛み、耳の中がポンと鳴る、耳閉感、聞こえ方が変わるなども経験していました。

- 4) 第四のコア症状は、私が VVVD と呼んでいるものです。内蔵振動性前庭障害(Visceral Vibratory Vestibular Disturbance)の略です。これは医学の世界では新しい症状だと思います。先に進む前に、後出の表 1 の被験者による VVVD を説明する言葉を読んで下さい。そうすると被験者が経験したことについてイメージできるでしょう。彼らの説明に目を通していただければ、VVVD の複数の症状がどんな風に一緒に出てくるかの考察へと進むことができるでしょう。その複数の症状とは以下の通りです。
- a) からだの内部のパルセーション(脈打つ感じ)、震える感じ、振動する感じ。呼吸がコントロールされている、または抑制されていると感じる人もいました。

- b) 神経過敏、恐れ、逃げたいという衝動、家の安全を確かめたいという衝動。
- c) 震え。
- d) 心拍数の増加。
- e) 吐き気

VVVD は基本的に、以前はパニック発作を起こしたことがない人が、胸の内部が動いている感覚に伴って起こすパニック発作の症状です(私の研究の被験者には、以前にパニック発作を起こした人は1人もいませんでした)。

VVVD はパニック発作によく似ているので、他の種類の不安障害や抑うつやメンタルヘルスの異常の病歴との相関関係について調べました。それらとの関係は見つかりませんでした。しかし VVVD と動揺感受性(車酔い、船酔いをする人、または回転性めまいの病歴がある人)の既往症とは有意な相関がありました。

大人(22歳以上)の被験者 21 人のうち、14 人に VVVD の症状がありました。幼児 2 人にも、同様の症状があるようでした。子どもたちが感じたことを厳密に知ることはできませんが、夜ごとに何回も叫びながら目を覚まし、なだめようもなく、その後はなかなか寝付かないということです。被験者の 5 歳の子ども 2 人も、夜、恐怖で目を覚ましていました。

- 5) **集中力と記憶力** 被験者のほとんどは、集中力と記憶力に何らかの異常がありました。集中力の異常が深刻なほど、エネルギーとやる気の喪失との関連も大きくなっていました。多くの被験者の中でも注目すべきなのは、風車に曝露する前には持っていた基本的な技能が失われた度合い、そして子どもたちの学校の勉強に関して、以前はなかった異常を先生が発見し、家に手紙を持ち帰ったことです(後出の表 2 に集中力と記憶力の症状の説明が、表 3 にそれらの症状からの回復についての説明があるので、必ず読んで下さい)。

風車から離れると、または風車の向きが変わると、すぐに思考の異常が解消する人もいました。すぐには解消しない人もいましたが、時間の経過と共に徐々に解消しました。睡眠遮断は間違いなく集中力や記憶力の低下に大きな役割を果たしていますが、回復のパターンを見ると、前庭障害がさまざまな思考の形に直接的影響を与えていることが考えられます(考察のセクションを参照して下さい)。

- 6) その他のコア症状に、**イライラ**や**怒り**があります。子どもを含む被験者のほとんどに生じていました。子どもの行動や学校での異常が多く、子どものイライラや学校での社会的対処技能の喪失のために、数家族は風車から離れたところに引っ越す決意をしました。
- 7) ほとんどの被験者は**疲労**——鉛のようにとっても重い感覚——を感じ、そして**日常の活動に喜びややる気がなくなっていました**。ほとんどの人は、風車から離れるとま

もなく解消しました。

- 8) 最後に、被験者が話してくれた症状群のうち、風車と関連しているかどうかを確認するためには、別の研究手法(身体検査や健康診断、または症例対照研究のフォーマット)が必要となるものをリストにしました。これらの症状は私の研究の被験者のうちでも少数に起きたものです。その中には、風車ができるまではなかった**下気道感染症**(気管支炎、肺炎、胸膜炎)や、**重症の喘息、重症の中耳炎や滲出性中耳炎、網膜梗塞**も含まれていました。

私の研究では関連を証明できませんでしたが、風車が健康に及ぼす影響を大規模に調査する際には注目すべき問題だと思います。

考察

このセクションでは、ウインド・タービン・シンドロームがどのように作用するのかについて私が考えること、そして医学論文やレフェリーの意見から得たアイデアについてお話しします。一番おもしろいセクションです——点と点をつないで絵にしていきたいと思います。

私はもともと、ウインド・タービン・シンドロームの症状群を論理的に矛盾のないものと認識していました。——つまり、つじつまが合っているということです。片頭痛関連のめまいや、片頭痛・不安障害関連のめまいと呼ばれるものについて既に知っていたからです。

片頭痛は単なるひどい頭痛ではありません。頭痛以外に数々の特有な症状を伴う、神経性症候群です。私の夫は十代の頃から片頭痛を持っていましたが、頭痛はありませんでした。彼は、めまい、疲れやすさ、光の見えない部分(暗点)があります。そうした症状がなくなるまで、横になっていなければなりません。数年前、吐き気を伴うひどいめまい(回転性のめまい)、耳鳴り、不安障害に襲われ、抑うつにまで発展しました。彼のどこが悪いのかを診断したのは、耳鼻咽喉科医のダドゥリー・ワイダー博士でした。私が本書を捧げた人です。

ワイダー博士は、片頭痛、めまい、耳鳴り、不安障害が神経学的にどのように関連しているかを私に教えて下さいました。——そして博士は、私の夫を治して下さいました。夫はまた、常に動揺感受性が強いことも付け加えなければなりません。これは片頭痛のある人の約半数にあてはまります。

したがって、ウインド・タービン・シンドロームの症状についてヒアリングを始めたときに、私はそれらを関連した症状群として認識しました。私はこのレポートをワイダー博士と共に分かち合いたかったのですが、博士は亡くなってしまいました。そのかわりに、博士の同僚であった耳鼻咽喉科医の皆さんと分かち合うことができました(私の本のレフェ

リーと読者のリストを見てください。ダドゥリー・ワイダー記念論文集になっています)。彼らはバランスと内耳に関する重要なことを沢山教えて下さり、私はそれをこのレポートに盛り込みました。

レーラー博士とブラック博士は、内リンパ水腫(EH)と呼ばれる内耳の病気の症状とウインド・タービン・シンドロームの症状群が似ていることに気がつきました。EHの場合、症状が続いたり変化したりしますが、原因は不明です。ウインド・タービン・シンドロームでは、これらの症状が風車の近くにいるか離れるか、または風車が特定の種類の騒音を出しているかどうか、ある方向を向いているかどうかで、出たり消えたりします。

EHの中にはメニエール病や外リンパ^{ろう}瘻(内耳から中耳に液が漏れる)も含まれており、内耳の2つの液体の部屋、すなわち内リンパ(膜迷路の内側)と外リンパ(膜迷路のまわり、骨半規管との間)の間の圧力の関係を歪める結果をもたらします。これはバランスを歪め、しばしば脳に送られる聴覚シグナルを歪める原因となります。

めまいや聴覚の問題だけでなく、EHは短期的な記憶力、集中力、複数の作業を同時にこなすこと、算数、読解の困難を引き起こすことが一般に(この問題を扱う医師の間で)知られています。その他、ベースラインと比較すると、頭痛、睡眠障害、著しい精神機能の低下なども起こり得ます。

風車のない状況でのウインド・タービン・シンドロームのようですね。

興味深いことに、低周波騒音曝露(短時間で高い音圧、ただしモルモットでの実験でダメージを与えない程度の音圧)は一時的なEHの原因となります。(では人間で、もっと低い音圧の低周波騒音を連続的に浴びた場合はどうなるのでしょうか?) 動物実験によれば、低周波騒音曝露は一時的に騒音への感受性を強くします。これは「聴覚亢進」と呼ばれ、ウインド・タービン・シンドロームの研究で見られた影響でした。またEHは、耳が詰まる感じや耳閉感として、本研究の被験者に共通の症状です。

それではバランスシステムに話を移し、どのように機能するか考えましょう。バランスシステムは脳の多くのエリアを貫く複雑なシステムで、身体全体からの感覚シグナルが集まってきます。他の感覚システムの感覚インプットは1種類ですが、バランスシステムは4種類です。

ここでバランスシステムというのは、a)身体がどのように直立姿勢を保つかということとb)動いていることや位置の認識に関するすべてのことの両方を指します。たとえば、直立していない状態でも、ダイビングや体操しているときに身体を回転したりひねったりする間、非常にアクティブに働きます。

なぜ、バランスシステムに焦点をあてるのでしょうか。なぜなら私は、バランスの崩れ

に敏感な人はウインド・タービン・シンドロームに特に敏感だと思うからです。だから、人間が様々な状態でどんなふうにバランスを崩すかを説明する必要があります。それは風車からの空気圧変動(音)や振動が、敏感な人たちに異常な動揺感覚や不安定な感覚をどのように引き起こすかを説明するためなのです。

先に述べたように、動揺や位置のシグナルは体の 4 つの独立したシステムから発し、脳のバランスセンター(前庭センター)に集まります。

- 1) 目(視覚システム)
- 2) 内耳の動揺・位置感覚器官(前庭システム)
- 3) 身体中の筋肉と関節の伸展受容器と皮膚の触覚受容器(体性感覚システム)
- 4) 胸と腹の中の器官の伸展・圧受容器

バランスシステムが機能するためには、1)から3)までのチャンネル(視覚、前庭、体性感覚)のうち少なくとも2つが機能し、バランスが取れているかどうかについて常に調和の取れたデータがそこから提供されている必要があります。この点は良く覚えておいて下さい。きわめて重要です。これを**バランスの法則**と呼んでもいいでしょう。

たとえば、内耳の中の前庭器官は高齢になるとあまり機能しなくなります。内耳が正しいシグナルを送らないと、バランスを保つために人間は目に見えるものや足で感じるものに頼るようになります。

バランスが機能するために2つのチャンネルが調和のとれたシグナルを送らなければならないので、そうした人たちは暗闇で困ったことになります。

もしあなたが良いバランス感覚を持っているなら、この実験を試してみてください。片足で立って、直立の状態を保とうと足や膝がわずかな修正の動きをするのを感じてみてください。正常なバランス感覚を持った人なら、片足ですっと立っていられます。

今度は目を閉じてみましょう。転ばないように、もう片方の足を地面につけるまで、どのくらい我慢できましたか？

あなたはこの状況ではバランスを保つことができません。視覚と、足からの正確な体性感覚のインプットとの両方を奪われているからです。——内耳からの前庭インプットだけでは不十分なのです(もしあなたが良いバランス感覚を持っていなければ、目を閉じたとき両足を床につけてください。それでも違いがわかるはずです)。

この臨床的な法則にバランス情報の4番目のチャンネル——内臓の重力と動揺の感知——をどう組み込むのかを、今度は考えましょう。脳の前庭センターは、1つのチャンネルがアクティブかどうかだけでなく、それぞれのチャンネルから来る情報の量と質もまた考慮に入れていると思われます。たとえば視覚情報がない(目を閉じているか暗闇にいる)とき、

指一本が壁や手すりに当たるような体性感覚の情報が加わっただけでも、安定しているという安心感を得るのに十分でしょう。同様に、片足で立つより両足で立つ方が、バランスを保つのは簡単です。両足でも、平均台の上を端から端まで渡るとか、もっとひどい例では、ゆらゆら動く不安定な綱の上を渡るとすれば、バランスを保つのは難しくなります。これらすべての状況は、足や脚から来る体性感覚の情報が制限されていたり、質が悪くなっていますが、ゼロになったわけではありません。

バランス機能の変化は、4つの広いカテゴリーに分けることができそうです。

- 1) 第一は、年齢がとても幼いときに生じます。小さな子どもはよく転びます。大きくなるに従ってバランス感覚が向上し、転ばずに複雑なことがいろいろとできるようになります。子どもは、とても小さいときに体性感覚すべてで世の中の地図を作ります。たとえば幼児は、何かを触ってそれがどんな見目でどんな感触か知ろうとするとき、腕をどれくらい伸ばしたら良いかを理解します。このことで彼は距離の感覚がわかり、自分の視覚センサーと、調整された腕と肩の伸展受容器で距離の概念の地図を作るのです。

身体の部位が空間のどこにあるかを学ぶこのプロセスは、徐々に複雑な活動に発展しながら、子ども時代の間ずっと続きます。このように成長の初期の段階で、子どもはバランスの阻害に対して敏感になっていきます。

- 2) バランスの変化の第二の原因は、動いていることに関連するシグナルとバランスの中枢(脳)の処理との食い違いです。片頭痛を持っている人の約半数が強い動揺感受性を持っていますが、片頭痛を持っていない人も含め、動揺感受性の強い人はいくつかのバランス感覚チャンネルから来るシグナルをうまく統合することが困難です。そういう人たちの脳は、チャンネルのうちのどれかを強調しすぎたり、小さく扱おうとする傾向があります。

たとえば、私の夫のように片頭痛性のめまいと耳鳴りのある人は、内耳からのシグナルを実際より大きく受け取ってしまう可能性があります。だから中央では、脳はこれを小さく見積もらなければなりません。脳は強すぎるシグナルを1つ処理しなければならぬのです。本当は、そのシグナルは大きすぎもしないし、歪められてもいないのかもしれませんが。その場合、脳はそのチャンネルからのシグナルのウエイトを小さくする必要が生じます。

私たちが内耳からのシグナルを小さくする場合、視覚チャンネルや体性感覚チャンネルへの依存度を高めることになります。バランスに関して視覚に依存する人は、しばしば高いところを怖がります(私の夫が証人です)。これは、何もかもが遠くにあるとき、目に見えるものから引き出せる視覚の位置情報が乏しいからです(たとえば、身体が動いたときに網膜像のズレや視差の変化が少ない)。この経験は恐れを引き起こします。空間での位置の不安定さや不確かさは、神経の反射によって恐れを引き

起こすからです(このことは後で詳説します)。

他方、地面の状態に依存する人は、地面が滑りやすいと困難に陥ります。その人は筋肉や関節からの位置情報への依存度が高いからです。

- 3) 第三のバランスの変化、もしくは機能不全の原因は、**内耳のダメージまたは先天的・後天的な内耳の奇形**です。大音量の騒音、爆発音への曝露、頭や首の怪我(脳しんとうやむち打ち症などの「軽い」怪我也入ります)、子どもの頃に慢性中耳炎や中耳炎を繰り返したことによる合併症、特定の化学物質への曝露(たとえばアミノグリコシド系抗生物質やシスプラチンによる化学療法)などによって、ダメージを受けます。また、内リンパ水腫(EH)のような、メニエール病や外リンパ瘻を含む内耳の病態(先述しました)もあります。全身性エリテマトーデス(身体の中の抗体が自分の身体の一部を攻撃する)などの自己免疫疾患も EH の原因となります。内耳の骨やチャンネルがさまざまな形成のされ方をすること、またその違いが外傷などの怪我と組み合わせることによっても起こります。
- 4) 第四のバランスの変化、もしくは機能不全の原因は、加齢です。50 歳を過ぎた頃から、内耳の機能は低下するようです。もちろん個人差はありますが。

さて今度は、バランス機能不全の**代償**と**非代償**の話をしていきましょう。もしあなたがバランス機能不全を起こしても、他でそれを補うことができれば不都合はないでしょう。あなたはバランスを保つことができるわけです。あなたの身体は、空間のどこにいるのかについて自信を持ってわかっています。一方、バランスチャンネルがもう 1 つ問題を起こしたり歪められたりすると、あなたはバランスを失います。——あなたは不安定に感じ、ふらふらして、めまいを起こし、あるいは乗り物酔いになるでしょう。これが**非代償性のバランス機能不全**です。脳の前庭センターもしくはバランスセンターは、バランスシステムの様々なシグナルのすべてを統合するという仕事をしていて、1つのチャンネルが他のチャンネルと食い違っている場合、そのチャンネルのシグナルを無視したり抑制したりすることができます。しかし**2つのチャンネルを無視したり抑制したりはできないのです**。機能しているチャンネルが1つでは不十分なのです。

ウインド・タービン・シンドロームに見舞われている人たちは、先述の 4 つのバランス機能のうち、ベースライン(つまり曝露する前、その人の通常の状態)において1つのバランスの代償に問題があると私は思うのです。**脳は一度に 2 つのチャンネルから混乱したシグナルが発せられるとそれを無視できないため、風車に曝露することで境界線を越えてしまうのです**。少なくとも 1 つ、風車から間違っただシグナルが送られてきています。その他の問題は、すぐ前に述べた 4 つのカテゴリーのうちのどれかにあります。

しかし、間違っただバランスシグナルが風車からどのように発生するのでしょうか? 4 つのバランス感覚チャンネルのどれかを阻害することによって、そのチャンネルを乗っ取って他と一致しないシグナルを送らせ、その結果、脳のの前庭中枢が統合できなくなるのです。

または、いくつかのチャンネルを一度に阻害します。

4つのバランスチャンネルを阻害する方法は4つあります。

- 1) 内耳(前庭器官)の阻害 低周波騒音・振動は、耳石器を刺激し、脳の前庭(バランス)中枢を阻害し(最初のセクションで述べたように)、そして自分が動いているような錯覚、不安定性、前庭頸反射を通じた首の筋肉の締め付け、その他の症状を引き起こします。耳の症状(たとえば、耳閉感、ポンと鳴る、耳鳴り、痛み、聞こえの変化など)が優勢の場合、前庭器官の阻害が大きな役割を果たしているのではないかと私は疑っています。
- 2) 視覚の阻害 視覚が敏感な人は、風景の中にブレードの影が動いているのを見たり、ブレードの影が窓の上から下へ振り下ろされ、部屋の中で日の光がちらついたりすることで、動揺を感知するシステムが阻害されます。大人の女性被験者 2 人は、ベースラインでめまいの傾向があり、視覚チャンネルが敏感でした。彼女たちは、風車のブレードの影が動くのを見ることで、ひどい頭痛に見舞われていました。
- 3) 体性感覚の阻害 地面や床の異常な振動は、脚の筋肉や関節における伸展受容器を通して脳のバランス中枢へと異常な動揺・位置シグナルを送る可能性があります。数人の被験者は、この種の振動を感じていましたが、私にはこれが彼らのバランス関連の阻害全体において役割を果たしているかどうかわかりません。これが重要なチャンネルなのかどうか、私には確信がありません。
- 4) 内臓の重力受容器の阻害 これは新しく発見された第四の動揺・位置感知チャンネルです。——胸と腹の内部の器官における**内臓の重力受容器**、または伸展・圧受容器です。これは多くの医師が気づかないバランスチャンネルです。医大ではバランスに關係する感覚は3つと習うからです。

内臓の重力受容器は、身体の内部の器官の中とそのまわりにある伸展・圧受容器に基づいています。これらの受容器はあなたの脳に、たとえば身体の血液量が脚から胸に移動したことを感知して、あなたが上下逆さまになったことを知らせます。どうやってわかるかという、胸にある大血管が伸びたり血液量が増えたことを感知するか、または身体の上の方と下の方の血管や臓器の中の血圧を比較するのです。これは、地球の軌道を回っている(いわゆる微小重力の状態の)宇宙飛行士が、上下逆さまの感覚を持つことの原因だと考えられています。脚の血管は、地球の重力下では下の方(足や脚)に血液が溜まろうとするのに抵抗するために、強く堅くなっています。重力が下のほうに血液を溜めなくなると、自然な血管緊張が血液をすべて胸に絞り戻します。重力下では、上下逆さまになったときだけこれが起こりますから、これを脳は血液の再分配と解釈するのです。

バランスに関するいくつかの文献は、内臓の重力受容器が重要な役割を果たしていると

いう結論を導き出しています。すなわち車酔いや船酔いというのは、内臓の重力受容器が、その他のバランスシステムが言っていることとは違う、異常な上下の動きを感知するので。たとえば、船酔いになったら立ち上がって水平線の方を見ると効果があります。これは目から入る情報と脚の伸展受容器から入る情報を、血管と内臓の動きのシグナルと一致させます。また、身体の内側で感じている上下の動きを、脚で小さくする効果もあります。

身体の内側の重力受容器は、胸の圧力や伸展に関する情報を前庭システムに直接送りこむことによって、胸の振動やパルセーションの感覚と、その他の VVVD の症状とを関連させていると考えられます。バラバンは、こうした神経の関連を報告しています(後ほど説明します)。オーウェン・ブラック博士(神経耳科学者)が導き出したもう 1 つの結論は、胸への圧力の変化が脳の周辺の髄液の圧力の変化(これは生じることが知られています)をもたらす可能性があるというものです。内耳に問題を持っている人は、これが原因で内耳に圧力の不均衡(そして前庭症状)が生じる可能性があります。

VVVD の話をするとき、胸がどのように空気圧の変動の受容器となるかを思い出してください(17 ページで既に説明しました)。低周波から高周波まで、あらゆる空気中の音の形は、空気圧パルスの連続からなっています。私たちが呼吸するとき、胸のほとんどを占めている気道と肺は空気に対して開かれています。音圧波はたやすく中に入り、この弾力があって動かしやすいシステムを、ほんのわずかなエネルギーで動かすことができます。

実際、身体の内側の器官において伸展・圧受容器が持つもっと広い役割は、生理的恒常性だと言えるでしょう。たとえば心拍や呼吸におけるスピード、サイズ、圧力、流れを感知し、瞬間瞬間の状態の情報を脳に提供し続けるというものです。胸の圧力の感知は、呼吸を調整するのに重要です。息を吸うには胸にマイナスの圧力を作り出し、息を吐くにはプラスの圧力を作り出すからです。振動の感知も、気道や血管の流れをモニタリングするために重要です。私たちは、息を吸ったり吐いたりするために生じるどんな圧力変化にも、とても敏感です(そして、そのためにたやすく驚かされます)。これが、この研究の被験者の多くが風車からの空気圧のパルセーションに曝されたときに、正常に息ができないと感じる理由だだと思います。パルセーションは、正常な呼吸として圧力と流れの受容器の引き金を引くのです。ただそれが呼吸のタイミングとはズレていて、程度も異常なのです。

さてこれで敏感な人たちのバランスシグナルを風車がどのように阻害するかがわかりましたから、今度は阻害された前庭シグナルから、ウインド・タービン・シンドロームの中でも関係ないように思える部分にどのように辿り着くのかをお話しましょう。パニック発作と思考・記憶の問題です。

第一に、脳におけるバランスシステムは神経学的に恐れや心配と結びついています。

魚に話を戻します。——前庭システムの最初の部分です。硬骨魚のように単純な聴覚システムを持った魚は、水中で自分の近くの動くものを前庭器官で感知します。彼らはエサを見つけたり、自分がエサにならないようにするために、その情報を使います。捕食から

逃れる上で重要な役割を持つシステムが、素早く逃げるために、恐れや驚きを司る脳のネットワークに組み込まれているのは納得のいくことです。動物が地震、津波、火山の噴火、氷の割れるときなど、人間が気づくよりずっと前に、低周波音・振動を出す事態を感知し、逃げるという話を思い出してください。この種のシグナルの感知もまた、動物が逃げるための恐れへの反応と結びついています。

脳の研究者であるキャリー・バラバン博士は、心配や不安をコントロールする脳の中核とバランスとの間の脳細胞の関連、そしてバランス、自律神経反応(心拍数の高まり、発汗、吐き気など)、嫌悪学習(忌避に結びつく吐き気)の間の脳細胞の関連を研究しています。バランスシグナルの阻害は直接的に、恐れ、不安、そして自律神経(内的な闘争・逃走反応)と筋肉(胴体と四肢の素早い修正の動き)の素早い身体的反応に結びつきます。バラバンは、脳の中でこれらのコミュニケーションを神経ネットワークが仲介することを示しました。

バラバンはこれを、1つのストーリーで説明しました。あなたの運転する車が丘の途中(前方が頂上)に停まったと想像して下さい。たとえばサンフランシスコ。あなたの視覚の端に、隣のトラックがほんの少し前方に進み始めたのが見えます。あなたはすぐさま、自分の車が後ろにスリップしはじめたという印象を持つこととなります。あなたはパニックに陥ります！あなたの足は思い切りブレーキを踏みます！あなたが実は・・・動いていなかったことを理解するにつれ、恐れは和らぎます。

バラバンのストーリーは、あなたが空間の中で安定していないと感じたとき——落下しそうとか、予期せず動き出すとか——、その感覚は即座に驚きと恐れであなたの注意のすべてを掴みます。めまいのように、予期しない動きの感覚が長い間続くと、恐れは慢性的になります。

心理学者とバランスの専門家による数々の研究は、心配とバランスの問題との関連が、臨床的にも実際の生活においても、いかに活躍しているかを示しています。軽症のバランス障害に**空間・動揺不快感**というものがあります。スーパーマーケットの通路にいるとき、高い建物を見上げたとき、シャワー中に目を閉じたとき、椅子の背もたれが後ろの方であったとき、トンネルの中を車で走っているとき、エレベーターに乗っているとき、車の中で読書しているときなどに、フラフラしたり不快に感じることを言います。こうした人たちは、バランス検査でも異常を示します。たいていの場合、これは中枢バランスの問題です。つまり脳がバランスシステムに入ってくる複数のシグナルを統合できず、それらが一致しない場合にどれを無視するか決められないという問題を持っています。

空間・動揺不快感は片頭痛を持った人によく見られます。浮動性めまいや回転性めまい、乗り物酔いなどもそうです。片頭痛を持った人のバランス検査の結果は、別の種類の頭痛を持っている人に比べて、異常な傾向があります。片頭痛を持った患者が浮動性めまいや回転性めまいも持っていた場合には特にそうです。ちなみに、片頭痛におけるバランスの問題は、内耳の前庭器官によるものもあるし、脳によるものもあります。

不安の問題も片頭痛を伴います。どちらも脳のセロトニン・システムの道筋をたどります。**空間・動揺不快感**は不安障害の人に共通して見られます。不安障害の患者が不安障害でない人に比べて前庭(内耳)が敏感だということは、バランス検査でわかります。パニック発作や広場恐怖症(家を離れることへの恐怖)と診断された人たちにバランス検査を行うと、多くの人が前庭(内耳)機能の異常を示します。80%という研究もあります。パニック発作の最中にめまいが起こる人は特にそうです。

要するに、**バランス障害と不安、そしてバランス障害とパニック発作との生物学的関連を支持する、臨床と実験と両方に基づいて書かれた信頼できる論文があるということです。**したがって、バランスシステムを阻害されると、心拍数の増加などの身体的症状を含む、恐れ、驚き、パニックが起こるということは、臨床的に非常に納得できるということです。

次は思考と記憶です。近年の研究によって、これらも流れの一貫した前庭シグナルに依存していることがわかっています。もしあなたの脳がいつでも、文字通りどっちが上かわかっていなければ、空間での位置に関連する沢山の物事を理解することはできません。つまりこういうことです。

1) 実際の空間での位置

- a) どこかに行くにはどう行ったらいいか思い出すこと
- b) 物をどうやって組み立てるかを理解すること

2) 概念上の空間での位置

- a) 2つの数の間の距離
- b) いくつかの出来事の時間的な位置
- c) 記憶の中で物事を分類すること

前庭システムから出た神経は、一般的な記憶や、特に空間学習の記憶に重要な脳の構造物である海馬へ、2つの直通的道筋を通して流れることが、近年の神経科学者たちの研究でわかっています。内耳のインプットが脳にまったく流れない人(腫瘍を取り除くために何年も前に神経を切り取ってしまった人)は、ナビゲーションや空間記憶に関する作業ができないことが実験でわかっており、そうした人たちの海馬は正常なものより小さくなっています(反対に、ロンドンのタクシー運転手さんはとても大きな海馬を持っていて、その大きさは、運転歴が何年で、場所、近道、一方通行などの自分だけの地図を脳の中に何年間蓄えてきたかによって違います)。

機能的MRIとPETスキャン(PETスキャンはあなたのペットをスキャンするわけではありません。CATスキャンがあなたの子猫ちゃんをスキャンするわけではないのと同じです)を使うことで、起きている人がさまざまな作業をしているときに、脳のどの部分を使うかを研究者が見ることができるようになりました。前庭(内耳バランス)システムを刺激すると、空間を心の中で表現したり、数学的に思考したりするときに用いる沢山の脳のエリアが照らし出されます。

もし前庭インプットが歪められれば(たとえば片方の耳に氷水を入れて)、何かを詳細に想像したり、何かを頭の中で回転させたりするような、純粋に心の中で行う空間的な作業をする際に、間違ふことが多くなります。検査を受けるときは静かに座って、目を閉じ、ただ考えるだけです。バランスを保とうとしたり、空間のどこにいるかを判断するようなことはまったくしません。それにもかかわらず片方の耳の内耳から動きを示すシグナル——バランスセンターが受け取っていた他のすべてのシグナルとは食い違ったシグナル——が送られると、被験者は正確さを欠いたものを思い出し、さまざまな位置にあるものを想像したときに間違いを犯します。

言い換えれば、**内耳からのシグナルが歪められると、空間的思考の効率性と正確性、そして空間記憶の両方の質が落ちるのです**。思考の効率性と正確性の質を、**集中力**と呼びます。

内耳からのシグナルを受け取る(つまり、前庭器官が刺激されたときに機能的MRIやPETの検査でアクティブになる)脳中枢の塊は、頭頂葉にあります。右半球の頭頂葉が脳卒中で失われると、とても奇妙な結果になることがあります。半側無視(身体の半分と空間の半分を無視するという意味)と呼ばれ、空間の左半分がわからない状態になり、左腕が麻痺していたり、身体の左半分が服を着ていないように感じるのです。しかし前庭刺激は一時的にこの無視を回復させ、正常な状態で左側を感じられるようにします。

半側無視の人たちは、視覚的にものを探したり、視覚的な記憶作業のときにある種の間違いを犯します。右半分のイメージに偏り、左半分を見ていない答えを出すのです。左の前庭に刺激を与えると、修正されてこうした作業の成功率が向上します。

半側無視に関する別の研究によって、上記以外の心の中の作業も「空間化される」ということがわかります。つまり、空間的なタイプの思考を前庭システムに関連した右側の頭頂葉だけで行う必要があるということです。空間化された思考とは、定規(小さい数字が左、大きい数字が右)を心に思い浮かべるような数学の問題や、2つの数字の真ん中を思い浮かべるなどです。時計で時間を考えるときや、初め(左)から終わり(右)まで単語のスペルを考えるとときもそうです。

思考能力の高い人たちに関する研究も、空間的思考の重要性を教えてくれます。偉大な数学者たちは数学を空間的に思考し(実際に神経が数字を表すときには空間的に表すので、これは効率的なのです)、記憶力の優れた人は空間に基づいた戦略を使用します。

要するに、**私たちが脳を使ってする多くのことは、空間的思考や空間記憶に依存しているのです**。そして空間的思考には、秩序立った前庭インプットが必要なのです。物理的空間においても概念的空間においても、物がどこにあるのかを知るために、文字通りどっちが上かを知る必要があるのです。前庭神経シグナルが減少したり歪められたりすると、空間的思考がバランスを欠き、いわば空間的思考を非効率的・不正確にしてしまうのです。

さて、私の研究の被験者たちが困難になった特定の作業について考えて見ましょう。——彼らが自発的に、自分自身や子どもたちについて語ってくれたことです。こんな風に。

- a) 「私にはもう、こんな簡単なこともできないなんて信じられない！」
- b) 「息子はこれのやり方がわかっていたのに、今は全然できないんです。やらせようとすると、怒り出してイライラするんです」

以下のアルファベットと数は、私の本の個人の病歴の表と同じです⁶。それぞれの作業の空間的質についての部分は、強調文字にしました。

A1 店に到着したとき、何を買いに来たのか思い出すこと。何を捜し求めているかをイメージするための空間記憶。

B2 街で手に入れようと思っていた物や一連の用事を思い出すこと。手に入れるべきものや到着すべき場所の空間記憶。最も効率的な道筋と順序の空間的計算。

C1、D1、G3 読解。空間インプット(ページに書いてある言葉)の言語への変換と、その後の概念とイメージ(これも空間的)への変換。目の動きに対しても、前庭の直接的コントロールがある。

C2、G2 台所や家の中での複数作業。一度に複数のことをする場所とタイミングについて心の中で地図を作ること、作業と出来事をその地図の中に組み入れること、それらが視界から離れてもそれらへの注意を失わないこと。

C7 数学——技能を失い、数学的な事柄を忘れた。数どうしの関係や数そのものの空間的表現。

E2 スペリングと作文。正しい単語になるように正しい順序で文字を書くこと。言語を視覚的表現に変えること。

F2 家具の組み立て。家具の部品に対して何をすべきかについて、紙に書かれた説明書や図を心の中で三次元の表現に変換すること。

F2 簡単なレシピの手順を踏むこと。紙に書かれたレシピから、心の中で手順を想像し、順序立てること。

F2 テレビのミステリードラマの筋が追えないこと。視覚的な手がかりに注意し、記憶し、ひとつにまとめること。

6. Pierpont (2009) の The Case Histories を参照。

F3 全国テストで以前より成績が下がったこと。先述のように、卓越した記憶力の持ち主は、空間的戦略を使用する。

H3 読解、スペリング、数学。これらすべては、きわめて空間的な要素を持っている。

I1 プロが造園、園芸を行うこと——集中力の喪失。空間的に物事を計画しアレンジすること、道具をどこに置いたか思い出すこと、造っているものが適切かどうか判断すること、どのように修理するかを判断すること、作業の時間的・空間的手順を効率的に計画すること、手順を忘れないこと。

J1 支払い。数学、購入した物とサービスの記憶、将来必要なものを心の中で計算すること。

問題となる作業は、それぞれ空間思考を間違えたり効率性にできなかつたりというもので、常識的な普通の作業が突然、効率的にできなくなったことに、皆、苛立ちを募らせていました(「常識」も、空間的思考の大きな要素を持っています)。子どもたちの学校の成績も悪くなります。大人は、読解、ある種の高度な記憶、問題解決能力に問題が出ます。

読書や子どもの勉強が騒音で妨げられるというのは、新しい発見ではありません。この問題について扱った論文があります。要約すると、空港や道路などの環境騒音があると子どもの読解能力の成長が遅くなります。これらの研究においては、空港からさまざまな距離にある学区を選ぶことによって、沢山の子どもが騒音に曝露している子としていない子とに注意深く分けられています。子どもたちは、学校と家庭でさらに騒音に曝されています。

ある研究では、ある都市が古い空港を閉鎖し、新しい空港を開港したので、研究者たちが時間をおいて両方の子どもたちの読解能力を調べるチャンスを得ています。閉鎖された空港の近くに住む子どもたちは、読解能力が向上していました。新しい空港の近くに住む子どもたちは、飛行機が離発着をし始めたあと、学習の速さが遅くなりました。

ある研究は、交通量の多い高速道路の横の共同住宅の建物に住む子どもたちに着目しました。音が静かな上の階に住む子ほど読解の成績がよく、言葉を聞き分ける能力が高くなっていました。

読解能力に騒音が及ぼす影響は、騒音の妨害効果の範囲を超えており、騒音の多い環境での言語処理の問題——言語の音を区別するような——と関連しています。

これとは別の騒音源で、騒音のうるささレベルが人の聴覚を害するようなものではまったくなくとも、騒音が大人の思考に影響を及ぼすこともわかっています。ある研究においては、工場労働者に 50dBA のブロードバンドノイズ(ホワイトノイズや機械の騒音などのよ

うなもの)に曝露させている間に心理テストを受けさせました。騒音は低周波成分を含むものと含まないものがありました。低周波成分を含む騒音は、低周波成分を含まない騒音よりも、テストの結果を悪くし、特に低周波騒音に敏感であると自分自身で思っている人は顕著でした。どちらの騒音の方がわずらわしいということはなく、被験者たちはその騒音に慣れることも敏感になることもありませんでした。

夜間の生活環境騒音について、睡眠、ストレスホルモン(アドレナリンやコルチゾール)レベル、血圧、心臓血管の危険因子への影響を調べた環境騒音の研究は沢山あります。これらの因子のそれぞれと騒音とは、非常に有意な関連があります。騒音への曝露は、ストレスホルモンの分泌、血圧、一般的な心臓血管のリスクを上昇させます。ストレスホルモンのレベルが高いと、血糖が上昇し、血圧が上がります。両方とも心臓血管リスクの要素です。

夜間の騒音は、たとえ夜中に目が覚めたことを覚えていなくても、睡眠を著しく妨害するものです。記憶の分類と日々の貯蔵は寝ている間(特にレム睡眠の間)に行われるので、騒音による睡眠の妨害は——たとえ目が覚めたことに気づいていなくても——記憶や学習の質を低下させます。慢性的にストレスを感じている人は、おそらく海馬の新しい記憶細胞の生存率が減少するために、コルチゾールレベルが長期的に上昇し、記憶と学習の質も低下します。

子どもの場合、低周波成分(家の外壁のすぐ近くをトラックが通過するときの、ゴーゴーという音や振動を伴う騒音)を含む夜間の騒音に曝されると、トラック以外の道路騒音に曝されたときに比べて、夜の前半にストレスホルモンが分泌されます。

興味深いことに、睡眠を妨害する騒音レベルは意外と低いのです。32dBA の騒音で、眠っている人が動きます。つまり、低いレベルで目覚めているということです。35dBA の騒音では、脳波測定(EEG)でわかる程度に目が覚めます。42dBA で、意識が目覚めます。世界保健機関(WHO)が受忍可能な室内の夜間騒音レベルを 30dBA と勧告しているのはこのためです。

この論文では騒音分析については説明しません。——明らかに説明する必要はありますが、私が持っていない資料を必要とするのです。——しかし、低周波騒音の調査で対象となった人たちが経験したことを説明した言葉は、私の研究の被験者たちが注目し、私に語ったことと、とても似ているとわかったのです。

ビルギッタ・ベリルンド博士(生活騒音研究の重鎮で、世界保健機関の『生活騒音ガイドライン』の主席編集者)は、一般的な生活騒音のマイナス効果の多くが、なぜ低周波成分によるものなのかについて考えを述べています。博士は、低周波騒音が高い方の周波数の騒音よりもパワーを失わずに遠くまで届き、壁や耳栓を貫き、ぶつかっただけをガタつかせ、人間の体に振動と共鳴を起こし、振動が起こらないときでも乗り物酔いに結びつくことに注目しました。低周波騒音は、話し声などのもっと高い方の周波数の音を聞きづらくしま

す。低周波成分を含む騒音は、低周波成分を含まない、同じ dBA レベルの騒音よりも、うるさく、わずらわしく感じます。

生活騒音研究における「わずらわしさ」という言葉が、さまざまなマイナスの反応——深刻なものもあります——を手っ取り早く表現したものとして使われていることを思い起こして下さい。「『わずらわしい』どころではなく、生活騒音に曝されている人々は、怒り、失望、不満、内向、無力感、抑うつ、不安、動揺、興奮、疲労感などを報告している」と WHO は述べています。

「医師のためのレポート」の中で私も、低周波騒音に曝露した人たちが置かれた状況に関する規模の小さい研究をいくつか引用しました⁷。たとえば、1960 年代に NASA の実験施設でほんの 2~3 分だけ強い低周波騒音に曝された健康な若者たちが感じた症状の中には、疲労、作業効率の低下、耳の中がむずむずする、胸の振動、喉が詰まった感じがするといったものがありました。——私の研究の参加者から聞いた症状ばかりです。

実際、1996 年のドイツの症例報告も、たぶんウインド・タービン・シンドロームでしょう。低周波騒音(実際は 10Hz 以下の超低周波音です)の音源は、特定されませんでした。これは特に興味深いストーリーです。この夫婦の症状と 10Hz 以下の騒音の強さは、風や天候によって変化し、冬に悪化しました。彼らの症状は以下の通りです。

- a) 睡眠障害
- b) 頭痛
- c) 耳閉感
- d) 概して気分がすぐれない
- e) 何かをするとき能力が落ちた、または効率が下がった
- f) チクチクまたはムズムズする感覚と、息切れとして表現された胸の症状

症状は、1Hz の音圧レベルが 65dB のときに起こりました。この値は、音響研究所で測定したこの夫婦の聴覚閾値をかなり下回っていました。こうした症状の原因となる周波数はすべて 10Hz を下回っており、音圧は 80dB 以下でした。

数年前にオランダの物理学者が測定したように、そしてアメリカのある騒音制御エンジニアが現在測定を行っているように、風車の近くの音のレベルは、この範囲にやすやすと入ることがわかっています。

上記の 1996 年のドイツのケースや、やはりドイツの騒音制御エンジニアによる症例集積(「医師のためのレポート」の 106~108 ページを見てください)はどちらも、**低周波騒音のある家やアパートに入居したあと、悩まされている程度と症状とが時間が経つにつれてい**

7. Pierpont (2009).

に増加するかを強調しています⁸。被害者たちは、決してその騒音に慣れることはありません。実際、その逆なのです。時間が経つにつれて、敏感になっていきます。はじめはそれほどひどくありません。しかし、どんどん悪くなっていくのです。

私の研究の被験者たちも、道路騒音など簡単に慣れることのできるタイプの騒音と風車の騒音とを比較して、同じことを言っていました。風車の騒音はそこに住んでいない人にとってはうるさい音ではないだろうと多くの人は言います⁹。しかし、一晩滞在したお客さんも悩まされたと言った人たちもいました。風車に曝露している家から転居する場合、すべての家族はもっと道路騒音のひどい町や村に転居しましたが、隣に風車の建つ気づかいはない場所でした。

したがって、「風車の騒音なんて慣れてしまうだろう」というもっともらしい主張は、風車の近くに住んで苦しんでいる人たちによっても、また臨床的なエビデンスによっても、論駁されているのです。

ドイツの症例研究は両方とも、低周波騒音の波長の長さ、壁を突き抜けること、そして部屋の中で反響または共鳴を起こす威力に注目しています。この症例集積の著者たちは、川の流れの中の定常波のように、壁から離れたところで強さを増した部分をピックアップし、壁の近くと壁から離れた場所の低周波騒音の強さの違いを測定しています。

私の研究では、G氏(G1)とG夫人(G2)が共に、症状の出る部屋の場所が決まっていて、その場所でG夫人は内臓が振動する感じになり、G氏は吐き気を催しました。その部屋の壁や家具を手で触っても、振動は感じませんでした。これは、低周波音(空気振動)の波が部屋中を跳び回って重なり合い、強さを増した定常波、つまり安定した場所を作っているの

8. Pierpont (2009).

9. スウェーデンのラーシュおよびアストリッド・フェイェルシェルド夫妻が2008年2月26日にスウェーデンを相手取り欧州人権裁判所に起こした興味深い裁判がある(承認番号: No.00037664/04)。原告は、条約第八条および条約の第一議定書の第一条違反を主張した。以下は裁判趣意書から抜粋した経過。

「申立人によれば、風車が常にパルセーション騒音を出し、ときどき光の影響もあり、非常に**妨害的で侵入的である**。これらの理由により、そして新たにできる風車が彼らの住居から近すぎると彼らは考え、事前に説明もなかったことから、彼らは自治体への手紙で苦情を申し立てた(強調は筆者)」

「申立人は、エステルゲットランドの郡行政裁判所に控訴し、彼らの訴えを主張した。特に彼らは、**風車が深刻な害であり**、環境委員会はこの問題に対して不正確な評価を下し、この件を扱う上でいくつかの公式な誤りを犯したと強調した。さらに彼らは、この問題を懸念する複数の団体からの要求にもかかわらず、自治体が公正な騒音調査を行うことを拒否したと主張した」(強調は筆者)

「1999年4月14日、郡行政審査会が申立人の住居を訪問した後、その控訴を却下した。・・・**審査会**は、この申立人の住居への訪問から、**風車がある種の妨害的と思われる音効果を発生しているが、風車の撤去を正当化するに足るものではないと結論付けた**。この点において、審議会は騒音の測定レベルが最大勧告レベルの40dBに達していないことに注目した」(強調は筆者)

「2000年7月14日、郡行政審査会が申立人の住居を訪問し、口頭弁論を行った後、この控訴を却下した。環境委員会の決定が適法であり、**風車からいくらかの音効果が申立人の住居で認められたが、その害は受忍可能と考えられなければならないと審査会は結論付けた**」(強調は筆者)

裁判所はこの訴えを退けた。

だろーと思います。

スウェーデン人の研究者たちは数百軒の家庭を調査し、風車からの騒音は交通騒音や航空機騒音、鉄道騒音よりもずっと小さな音量でもわずらわしさを引き起こすことを確かめました(「医師のためのレポート」の 112~113 ページを見てください)¹⁰。「音量」は、(実測値ではなく)風車からの距離や風車の定格出力を基に計算されています。騒音はdBA(つまり低周波成分が存在しても考慮に入れない)で予測され、時間平均をとっています。

その結果、調査対象となった人の 15%は風車からの騒音が 38dBA のときに、非常にわずらわしいと感じていました。それに比べて、航空機騒音では 57dBA、道路騒音では 63dBA、鉄道騒音では 70dBA です。風車からの騒音が 41dBA に達すると、35%の人が非常にわずらわしく感じました。屋外の風車騒音が 35dBA を超えると、16%の人が睡眠障害になったと回答しています。

この研究者たちは、状況をもっと詳しく知ろうと数人の人にインタビューし、私の研究で私がぶつかったのと同じ種類の問題を発見しています。その中には、騒音のせいで自宅から転居した人や、騒音を追い出そうとして家を建て直した人もいました。ブレードの回転や騒音に敏感になったり、自宅で休んだりくつろいだ気分になることができなくなったことで、風車騒音に生活を侵害された、または破壊されたと感じていた人もいました。

このことから、他の騒音源とは異なり、**風車については 45~55dBA という近隣住宅地の戸外の騒音基準が問題を引き起こしているのです**。風車の騒音は他の騒音とは違って、もっと問題が大きい(おそらく、dBA 測定では低周波音が除外されているために)のですから、同じ基準値を適用することはできないのです。

2007 年にペデシェンは、オランダの物理学者ヴァン・デン・ベルフとの共同研究を行い、このときはオランダで、さらに詳しく風車の周辺のわずらわしさを研究しました。彼らは、他のタイプの騒音と比べて風車の(計算によって算出された)騒音がわずらわしいという同様の結論に達しています。しかしこのオランダでの研究では、方程式の中に新たな要素が静かに導入されていました。風車のオーナーたちが風車から最も近いところに住み、**風車から経済的な便益を得て、自分たちや近隣住民が迷惑と感じれば風車を止めることができました**。——他の国々とは決定的に違います。カナダ、アメリカ、イギリス、アイルランド、イタリアで人々が騒音に怒り狂ったために風車が止まるようなら、私はこのレポートを書いていないでしょう。

ヴァン・デン・ベルフとペデシェンはまた、風車騒音に関連する健康についても研究したと主張しています。——しかし彼らの試みは台無しになっています。彼らの報告した結果を見れば証拠は明らかです。彼らの郵送アンケート票には、健康に関する質問が 2 つしかないのです(睡眠に関する質問は別です)。まず 1 つの質問で、過去と現在の慢性疾患につ

10. Pierpont (2009).

いて尋ねています。その回答はバイアスがかかっています。——つまりこの研究は(研究対象の選び方のせいで、そして彼らから情報を引き出すための質問のしかたのせいで)、研究対象となったすべての人のうちで慢性疾患を持った人の数について正確なイメージが得られていないのです。少なくとも 2 つの慢性的状況、すなわち片頭痛と耳鳴りについて、適正に構成された数多くの研究からわかっている実際の罹患数よりもはるかに少ないことからそのことがわかります。

しかし著者たちは突き進みます。仮に健康被害があるとしても、2.1 キロメートル以内に住む人より、それより近くに住む人のほうが慢性疾患(ありとあらゆる慢性疾患)が多いという、これまた間違った仮説を立証する上で妥当であるかのように彼らはそのデータセットを扱っているのです。彼らは少ないデータによる曖昧な調査結果でこれを証明しようと、もしくは反証しようとしています。調査対象のうち片頭痛を持っている人をわずか 20% も補足できていないのです。私は 1 人の臨床医として(ヴァン・デン・ベルフもペデシェンも臨床医ではないと思いますが)、騒音が慢性的な健康状態に及ぼす影響を示そうとするこの種の研究は、膨大なデータセットと、膨大な研究対象者(または研究サンプル)を要し、被験者や対照者の慢性疾患(騒音と健康が研究される場合、心臓血管病とストレスホルモンの分泌が必ず見られます)に関する情報は注意深く定義されるものだと無条件に言うことができます。この問題について、ヴァン・デン・ベルフとペデシェンのようなタイプの研究で簡単にアプローチすることはできません。彼らのデータ集積の手法と、上記のような仮定の並列は一緒にできません。臨床的にいえば、彼らの研究に長所はなにもありません。

ここは強調させて下さい。**妥当ではない仮定や無効なデータを用いれば、結果は意味のないものになります。**健康を問題にしているのに、ヴァン・デン・ベルフとペデシェンはこれを把握していません。彼らは沢山の数字を噛み砕いていますが、健康に関するデータセットの限界について、そしてそれが彼らの導いた結論をどのように制約するかについて、現実性がありません。

2 つの健康に関する質問の 2 つめ、「現在の症状」のリストは、2、3 の簡単で古臭い「感覚を表現した言葉」を差し挟んだ、身体的症状と心理的症状の奇妙なごちゃ混ぜです。彼らの質問は役に立つ情報をまったく生み出していません。彼らは分析の中でこの質問に厳密に 1 回だけ言及しています。経済的に便益を得ている回答者よりも便益を得ていない回答者の方が、症状が多いことを示すため、そしてその違いが便益を得ている人と得ていない人のシステムティックな年齢の違いのせいだということを示すためにです(つまり、便益を得ていない人の方が高齢だということです)。

この研究において、健康のサンプリングが正確に行われていないにもかかわらず、ヴァン・デン・ベルフとペデシェンは風車による健康被害に反するエビデンスとして俗受けするように解釈された結論を引き出しています。彼らが要約に書いたこの言葉について考えてみて下さい。「風車から発生する音によって、睡眠の中断以外には回答者の健康への影響はみとめられない(p.ii)」著者たちは重要視していませんが、睡眠の中断は実際、健康にとって重大な問題です。睡眠の問題に加え、彼らは自分の研究がその他の健康被害を見つけ

出す力を持っていなかったということをおかつにも認識できなかったのです。

要するにヴァン・デン・ベルフとペデシェンは、「健康にとってきわめて重要な影響である睡眠の妨害や中断は、風車騒音のレベルと相関関係があった。不幸にして、この調査はデータ集積のレベルで入ったバイアスのために、その他の健康に関する質問を効果的に扱うことができなかった。重要な発見は、風車から経済的に利益を得ている回答者の回答にバイアスがかかっている可能性があるということだ。だが風車の所有者は健康被害の出ている時間に風車を止め、わずらわしさや睡眠の妨害を回避するものだという事と同様にあり得ることだ」と自分たちで書き記したように、この調査の(限られた)健康に関する結論を、もっときちんと捉えることができたはずだったのです。

勧告

ジョージ・カンパーマンとリック・ジェイムズという、国や企業に属さない2人のアメリカ人騒音制御技師は、工場・事業場騒音や生活騒音に数十年間取り組んできました。彼らは、低周波成分を対照できるように C ウェイトと A ウェイトの両方で、最も静かなバックグラウンド騒音に基づいた騒音基準を制定すべきと勧告しています。彼らが特に勧告することは、——騒音測定をどのように行い、地方の条例にその手法をどのように詳説するかについて——2008 年全米騒音制御技術研究所の年次学会で発表され、ウインド・タービン・シンドロームのホームページ(www.windturbinesyndrome.com/?p=925)に掲載されています。カンパーマンとジェイムズの手法が導いた結論の重要な点は、風車が大きくなるほどセットバックも長くならなければならないということです。

答えは簡単です。平地では少なくとも 2 キロメートル、山間部では 3.2 キロメートル民家から離すのです。これは最小限の距離です。カンパーマンとジェイムズの手法は、これよりも長いセットバックを勧告することになりそうです。何もなかったときには非常に静かだった農村部については特にそうです。第二に、風車に関するすべての条例は、風車によって生活を破壊されたすべての家族に対し、(風車ができる前の)不動産価格を補償する責任を負わせるべきです。——事業者に対し、現実的な健康を基礎としたルールを守らせ、家を捨てるような極端な経済的損失を回避するように促すために。

1 内臓振動性前庭障害(VVVD)の症状についての被験者の言葉

(注：この表のアルファベットと数字は、Pierpont (2009)の病歴の表における個人を表す)

身体の内部の震え、振動、パルセーション。大人の被験者 11 人がこれらの不快な、これまで感じたことのない、説明しにくい感覚を訴えた。

● J1(49 歳) 内科医。風車が早く回転しているとき、「神経がビリビリする(訳注：神経過

敏で、気が高ぶり、極度に緊張した状態)感覚」の1つとして「内臓が震える」と言った。

- I2(52 歳) 彼女の家の中の騒音は、「低く、脈打つようで、ほとんど振動に近く、耳栓では防げないと言った。騒音で夜目覚めると、胸が締め付けられる感じがして、胸が「しびれてチクチクする」ような感覚がある。「この感じは体にも影響する——興奮したり神経がビリビリしたときに感じるのと同じ。これが耳鳴りや耳閉感の原因になる」「私の健康や私のテリトリーだけでなく、私の身体にも誰かが侵入してきた感じがする」
- H2(57 歳) は、風車からの「異常な」騒音のために、パルセーションで睡眠を妨げられると言った。
- G1(35 歳) は、方向がわからなくなり、家の中の特定の場所にいると「とても変な」感じがして、「ゴロゴロという感じがする」と言った。その場所から速やかに移動しないと、吐き気を催すとも言った。彼は騒音について「ときどき、ひどく侵入してくる。鉄道の騒音とは質が違う。鉄道の騒音は侵入してきたりしない」と言った。
- G2(32 歳) は、庭や家の中の特定の場所で振動を感じると、方向がわからなくなり、「頭がふらふらして」、クラクラし、吐き気がする。身体の「内側」が振動している感じがするが、手で壁や窓や置いてある物を触っても、それらが振動しているようには思えない。
- F2(51 歳) は、騒音が「ヘビーなロックコンサートのような」身体的感覚だと言い、「ブーンという音で気分が悪くなる」
- E2(56 歳) は、仰向けで寝ていると、風車のブレードの耳に聞こえるシューっという音に合わせて、胸のところで「カチカチいう」もしくは「脈打っている」ように感じる。彼女はこの感覚をブレードのリズムに「心臓が合わせている」ようだと解釈した。しかしこれが本当かどうか、あるいは別のタイプのパルセーションを感知しているのかどうかを判断するための情報(同時に腕で脈拍を測るなど)はなにもない。起き上がって歩き回ると、この感覚は消せるが、横になるとまた復活する。
- D1(64 歳) は、ベッドで横になっているとパルセーションを感じる。さらに、「風車が特定の位置(自分の方を向く)になると、とても神経質になり、ほとんど身体を震えが駆け抜けていくような感じだ・・・外からの振動という感じではない・・・まるで何かが私を震わせているように、身体全体を感じる。振動する椅子に腰掛けているのに、私自身の身体は動いていないかのようだ」この感じは昼夜を問わず起こるが、風車が「自分のほうを向いていない」ときは起こらない。
- C1(45 歳) は、胸にパルセーションを感じ、そのために呼吸が苦しくなり、この胸の感覚と闘い、「自然に」呼吸することができない。胸のパルセーションのために、彼は眠れず、読書もできない。彼はまた、「まるで生きながら電子レンジで調理されるような・・・エネルギーが私の中に入ってくる」感覚とも言った。
- B2(53 歳) は、寝入ったときに呼吸が何かに追いつこうとするように、息が「切れることがある」
- B1(55 歳) は、横になっているときに胸が重苦しく感じたことが2回ある。起き上がると回復する。その他に、頭と耳の中に侵入してくるような質の音を経験した。「こいつ(風車の騒音)は頭の中から出て行かない。入ってきて居座るのだ。——恐ろしい」

興奮、不安、驚き、いらいら、吐き気、頻拍、睡眠障害が、身体の内部の振動やパルセー

ションと共に生じる。

- J1(49 歳) は、「神経がビリビリする」感じが「とても不安な」苛立ちになるときがある。そして「ここにも楽しいことが何もない」彼は、十分に絶縁された家の中に引きこもり、戸外での活動や家族との活動ができずにいる。仕事から家に帰ったときに風車のブレードが早く回転していると、ある種の騒音と振動を感じ、吐き気を催して食欲がなくなる。彼は「神経がビリビリする」感じと頻拍で目が覚め、もう一度眠りにつくためには、室温 12°C の地下室(彼の家で風車を聞いたり感じたりしなくてすむ唯一の場所)に降りていくことがある。この「神経がビリビリする」状態のときは、しばしば深く息をするか溜息をつく。
- I2(52 歳) は、「ムカムカと吐き気がして」食欲がなくなり、「腕や脚や指が震え」、精神的・肉体的に強い興奮状態になり、頻繁に予期せず泣き出すということが繰り返し起こると言う。騒音のひどい夜には、4 時間寝て、泣いて目覚める。「目覚めると、胸が圧迫されて締め付けられる感じが増している。そのためにパニックになり、恐ろしくなる」「驚いて目覚め、何かがある感じがするが、それが何かわからない」あるときは地面が揺れたと思って目覚め(実際には揺れていない)、またあるときは頻拍で目覚めた。「心臓がとても早く、とてもうるさく鼓動して、血液が押し出されるのがわかる」パニックの感覚のために、もう一度眠ることができない。
- H2(57 歳) は、恐れと感情と、家をチェックしたいという強迫観念で、夜、5~6 回目覚める。「何かに妨害されたように目覚める。とても動揺して目覚める。誰かが窓ガラスを破って家に入ってくるように感じて、ハッとして目覚める。それが何なのかかわからないが、チェックしないとられない。——玄関のドアを開けに行って——とても恐ろしい」と彼女は言った。再び眠りにつくことが難しく、イライラして怒りっぽい。家族に怒鳴り散らしてしまう。
- G1(35 歳) は、家の外の騒音と、夜、彼を目覚めさせる騒音について「ストレスがたまると言った。
- G2(32 歳) は、曝露の間、イライラして、怒りっぽく、子どもたちや自分自身の将来についてとても心配になる。夜、子どもたちが恐れから目覚めるので、その世話のために彼女もしばしば起きることになる。自分自身で恐れから目覚めることはない。
- F2(51 歳) は、「いつも不安な気持ち」だと言った。夜、心臓が連打し、恐ろしく、家をチェックしたい強迫観念で、驚いて目覚める。恐怖で再び寝付くことができない。
- E2(56 歳) は、不安や恐怖を口にすることは無いが、夜、繰り返し目覚め、風車が彼女の家のほうを向いているときは、再び寝付くことができない。
- D1(64 歳) は、「震え」をどうやって「鎮め」なければならないかを説明した。外にいるときは、「家に入り、椅子に腰かけて、自分を落ち着かせる。このような発作が起きた後は、とても疲れる」怒り、欲求不満、攻撃性が増し、気分が悪化する。ときどき「震え」と一緒に頻拍が起こる。「心臓が狂ったようにレースをはじめ、震えが身体を駆け抜ける」震えや頻拍が起こったときは、息切れや過呼吸も起こり、落ち着かせようと意識的にゆっくり息をする。
- C1(45 歳) は、家の中で身体が「常に防御の状態に」あるので、休息、リラックス、体力の回復ができなかった。休むためには車に乗って家を離れなければならない。

- B2(53 歳) は、症状が悪化すると「動揺し混乱する」安らぎを得るために家や家事を離れる。
- B1(55 歳) は、ストレスについて「ひどい、ほとんど耐えられないほどだ。疲れきってしまった。騒音と混乱で」彼は抗不安薬を処方され、症状を軽くするためにボートに乗って海岸で釣りをする時間が増えた。

身体の内部の震え、振動、パルセーションと、それに伴う攻撃性、不安、驚き、イライラ、頻拍、吐き気、睡眠障害は、私が内臓振動性前庭障害(VVVD)と呼ぶものです。

表 2 集中力と記憶力の症状についての被験者の言葉

思考や記憶の困難は、大人の被験者の職業や普段の能力の状態から考えて、驚くべきものであることが多かった。

- A1(32 歳) は、漁船を持つプロの漁師である。曝露前から顔や名前を記憶することが困難だった。曝露後、メモを持たないと店で何を買いに来たのかを常に覚えていられなくなった。
- B2(53 歳) 主婦。町で用事を済ませる時に、メモしておかないと何をしに来たのか混乱し、メモを取りに家に帰った。転居の 6 週間後にインタビューした際には、リストなしで 3 つのことを同時にこなすことができるように回復していた。
- C1(45 歳) は、パルセーションを感じているときには集中できないため、読書を諦めていた。
- C2(42 歳) は、曝露前は「複数の誕生日パーティの準備を 1 ヶ月後に控えた」6 人の子の、とても几帳面な母親だった。几帳面でなくなり、複数の作業を同時にこなすのが困難になっていた。料理では、コンロの上で鍋に入った水を何度も蒸発しきるまで沸かしてしまった。「半分、気が違ったのかと思った」と回想する。
- D1(64 歳) は、企業のエンジニアだったが、障害を負って退職した。記憶を呼び起こすスピードがどんどん遅くなり、読んだことを覚えているのが困難になった。
- E2(56 歳) は、教師を退職し、精力的に地域活動に携わってきた。風車のブレードが彼女の家のほうを向いているとき、字を綴ること、電子メールを送ること、電話中に思考の脈絡を維持することができない。しかしブレードが家の方を向いていないときは、それらのことができる。
- F2(51 歳) は、看護師、子どもの発達スペシャリスト、助産師、そして修士レベルの健康管理士。彼女は曝露の間、料理のレシピ、テレビ番組の筋、家具の組み立て説明書が追えなかった。
- G2(32 歳) は、4 人の子どもの持つ几帳面な母親。忘れっぽくなり、すべてをメモしておかなければならず、集中できず、几帳面でいられなくなった。彼女は、子どもの聴覚検査の予約を忘れてしまった。18 歳のとき抑うつになったが、そのときは記憶力や集中力の問題はなかった。自分の経験について「このときとは違う」と言っている。
- I1(59 歳) は、プロの庭師。風車がうるさいときは戸外でのガーデニングや建築作業に

集中できない。「30分もすると、その場を離れて、逃げて、ドアを閉めなければいけない」と言う。

- J1(49歳) は、内科医。請求書の計算のために小さな自宅のオフィスで机に向かっていて、窓から風車が見えて、集中力に著しい問題が生じる。

曝露前に比べて学校の成績が下がったり、風車から離れたところに転居した後に学校の成績が著しく上がったということは、学校に通う子どもとティーン(5歳から17歳まで)の被験者10人中7人に見られた。たとえば、

- F3(17歳) は、良く勉強する生徒。風車のことは気にしていなかった。両親は風車のことを気にしすぎだと思っていたが、予想に反して全国テストの成績が前年より下がり、学校、家族、そして本人が驚いた。この時点で、彼女は両親と共に、寝るための家に通い始めた。
- C7(9歳) は、曝露までは特に手助けしなくても学業は満足のいくものだった。テストに失敗し、算数の能力をなくし、算数で習ったことを忘れてしまった。宿題をしているときに脈絡のある思考ができず、問題から目を離すと、どの問題をやっていたのか忘れてしまう。
- G3(6歳) は、曝露前は非常に集中力のある子で、読書能力に長けていた。曝露中は読書を嫌った。曝露の2ヶ月後、今は7歳だが、彼の歳にしては「けっこう厚い」本を、自分の椅子に座って1時間読んだ。
- 彼の妹 G4(5歳) は、曝露前も集中できる時間は短かった。彼女の両耳のひどい慢性中耳炎は、曝露中に学業を妨げていたと思われる。そして曝露中、彼女は宿題に繰り返しかんしゃくを起こした。転居後2ヶ月で、耳には改善は見られない(換気チューブを入れる順番待ちをしている)が、忍耐強くなり、宿題も長い時間できるようになった。母親は「学力がすごく向上した」と言った。
- H3(8歳) は、曝露前は記憶力に優れ、読書、つづり字、算数もよくできた。曝露中は、宿題をすることに抵抗し、かんしゃくを起こし、先生から集中力がないから早く寝るようにと言われた。

表3 集中力と記憶力の問題の回復ペース

集中力と記憶力の異常は、風車に関連した睡眠の異常とは異なるペースで回復した。睡眠の異常は、持続性の抑うつを持っている人(2名)を除き、即座に解消した。集中力と記憶力の異常は、抑うつがない場合でも、回復にはもっと長い時間を要することが多かった。

- A1(32歳) は、ベースラインでの記憶率が85%だったのに対し、曝露中は2%、転居後6週間では10%だった。
- B1とB2(55歳と53歳) は、転居後6週間で記憶力が部分的に回復したと言った。
- C1(現在47歳) は、抑うつが続き、家のメンテナンスのために曝露も続いている。転居後25週間で記憶力がいかにひどいかに気づいた。

- C2(現在 44 歳) は、転居後 18 週間で記憶力と集中力が回復したと感じたが、住まいの家具の配置がせせこましいのがストレスになっている。彼女の息子(現在 11 歳)も影響を受けており、学力が完全には回復していない。
- E2(52 歳) は、即座に回復した。風車が特定の方向を向いていると、曝露中は問題が生じる。
- F1 と F2(42 歳と 51 歳) は、転居したが、まだ日中は風車に近い家で仕事と農作業をしている。転居後 3 ヶ月で、2 人とも集中力が回復したと感じているが、ベースラインまでは至っていない。F 氏は抑うつが続いており、記憶力についてはまったく回復していない。
- G2(32 歳) は、ベースラインでの記憶力は 10/10 だった。曝露中は 2/10、そして転居後 10 ヶ月では 5/10 だった。この時点で、彼女の抑うつはほとんど回復した。G 夫人の 5 歳と 6 歳の子どもは、転居後 2 ヶ月で集中力に著しい向上を見せた。

曝露中と曝露後に明らかな抑うつだった被験者は 3 人だけだった。G2(32 歳)は、最初の(曝露中の)インタビューのときに抑うつになりつつあった。彼女は 18 歳の抑うつのと、現在の経験との間の、認知機能の違いについて気づいた。18 歳のときは、記憶力にも集中力にも問題は何もなかった。この他の 2 人の被験者、C1(45 歳)と F1(42 歳)は、家を捨てなければならなかった後、抑うつが進んだ。それに伴い記憶困難も長く続いた。2 人とも、曝露が続いている。