Environmental International 誌

194 か国における長時間労働への曝露による虚血性心疾患及び脳卒中の世界的，地域的及び国家的な負荷
2000 年から 2016 年 : 業務上の疾病及び傷害の負荷の世界保健機関及び国際労働機関の共同推計からの組織的分析

Frank Pega, Bálint Náfrádi, Natalie C. Momen, Yuka Ujita, Kai N. Streicher, Annette M. Prüss-Üstün
技術アドバイザリーグループ: Alexis Descatha, Tim Driscoll, Frida M. Fischer, Lode Godderis, Hannah M. Kiive, Jian Li, Linda L. Magnusson Hanson, Reiner Rugulies, Kathrine Sørensen, Tracey J. Woodruff

概要
背景 : 世界保健機関（WHO）及び国際労働機関（ILO）のシステマティック・レビューにおいて，長時間労働者（≧55 時間／週）は，標準的な労働時間の者（35～40 時間／週）と比較して，虚血性心疾患及び脳卒中のリスクが高いという十分な証拠が報告されている。本論文では，WHO/ILO 共同推計による，2000 年，2006 年及び 2016 年についての世界，地域，国ごとの長時間労働にさらされている状況（194 カ国）ならびに性別及び年齢別の虚血性心疾患及び脳卒中の原因となる負荷（183 か国）を示した。
方法と結果 : 長時間労働にさらされている人口の推定値と，システマティック・レビューで得られた疾患に対する長時間労働にさらされることの相対リスクから，人口帰属分を算出した。2324 件の横断調査と 1742 件の四半期調査のデータを用いて，長時間労働にさらされた人口をモデル化した。疾病負荷は，人口寄与危険割合を WHO の Global Health Estimates の総疾病負荷に適用して推定した。
結果 : 2016 年，世界人口の 8.9%（8.6～9.1）にあたる 4 億 8,800 万人（95%不確実性範囲 : 4 億 7,200～5 億 3,000 万人）が，長時間労働（≧55 時間／週）にさらされていた。この長時間労働にさらされたことによる虚血性心疾患と脳卒中を合わせた死亡者数は 745,194 人（705,786～784,601 人）であり，障害調整生命年は 23.3 百万年（22.2～24.4 年）と推定された。死亡の人口寄与危険割合は，虚血性心疾患で 3.7%（3.4-4.0），脳卒中で 6.9%（6.4-7.5），障害調整生命年では，虚血性心疾患で 5.3%（4.9-5.6），脳卒中で 9.3%（8.7-9.9）であった。
結論 : WHO と ILO は，長時間労働（週 55 時間以上）にさらされることが一般的であり，虚血性心疾患と脳卒中の大きな原因となっていると推定している。職業及び労働者の安全と健康を守り，促進するためには，危険な長時間労働を

減らすための介入が必要である。

1. はじめに

職業及び労働者の安全と健康を保護・促進するためには，職業上のリスク要因への曝露を防ぐための行動が必要である。そのような職業上のリスク要因の一つが，長時間労働にさらされることである。最初の国際労働基準である「労働時間（産業）条約，1919 年（第 1 号）」（第 1 回国際労働会議，1919 年）や，それ以降に採択された他のいくつかの国際労働基準（国際労働機関，2019 年 a）は，労働時間を制限してきた。2019 年，各国は「仕事の未来に関する 100 周年宣言」において，労働時間の上限を確保するという約束を更新した（国際労働機関，2019b）。

労働時間（産業）条約では，被用者の労働時間は 8 時間／日，48 時間／週を超えてはならないと規定されている（一部例外あり）。しかし，一部の国では，長時間労働の定義が国の規制次第となっている。とはいえ，多くの国では，標準的な労働時間を 35～40 時間／週として，41 時間／週以上の労働を時間外労働と定義している（国際労働機関，2017 年）。職業疫学者は，長時間労働を 41～48 時間/週，49～54 時間/週，55 時間以上/週の 3 つの分析カテゴリーに分類し，標準労働時間（35～40 時間/週）と比較することが多い（Descatha ら，2020 ; Li ら，2020 年 a）。ほとんどの国において 20 世紀後半に平均労働時間が順調に減少した後，21 世紀にはこの全体的な減少傾向が止まり，さらに一部の国では逆転し始めた（Messenger, 2018 年）。新しい情報通信技術が仕事に革命を起こすと，一部の産業では労働時間がさらに増加すると予測されている（Messenger, 2018 年）。

これまでの研究における証拠は，長時間労働は心理社会的ストレスを通じて，虚血性心疾患や脳卒中による死亡率や罹患率を増加させることを示唆している。2 つの主要な因果関係の経路が考えられる（図 1）。1 つ目は，心理社会的ストレスに対する生物学的反応によるもので，長時間労働による過剰なストレスホルモンの放出（Chandola ら，2010 年 ; Jarczok ら，2013 年 ; Nakata，2012 年）が，心血管系の機能的調節不全や構造的病変を引き起こす可能性がある（Kivimäki and Steptoe，2018 年）。第 2 の経路は，タバコの使用，有害なアルコールの使用，不健康な食事，身体活動の低下，その結果としての睡眠障害など，確立された心血管危険因子であるストレスに対する行動反応を介したものである（Sonnentag ら，2017 年 ; Taris ら，2011 年 ; Virtanen ら，2009 年）。

一部の長時間労働のカテゴリーは，虚血性心疾患や脳卒中発症のリスクが高いことと関連している。世界保健機関（WHO）と国際労働機関（ILO）は，個々の専門家からなる大規模なワーキンググループの支援を受けて，35～40 時間/週の労働時間の労働者と比較して，41～48 時間/週，49～54 時間/週，55 時間/週以

上の労働時間の労働者の虚血性心疾患（Li ら，2020 年 a）と脳卒中（Descatha ら，2020 年）の相対リスクに関するシステマティック・レビューとメタ分析を実施した（表 1）。交絡には，少なくとも，性別，年齢，社会経済的地位の指標（SES：例えば収入，教育，又は職業等級）が考慮された。各専門家のワーキンググループは，週 55 時間以上の労働は，週 35～40 時間の労働と比較して，虚血性心疾患と脳卒中の両方のリスクが高いことを示す十分な証拠があると判断した（表 1）。我々の知る限り，これらのテーマに関するシステマティック・レビューは，事前に公表されたプロトコル（Descatha ら，2018 年，Li ら，2018 年）に基づき，専用のシステマティックレビューの枠組み（ナビゲーションガイド；Woodruff ら，2011 年）を適用し，事前に公表された基準と方法に基づいて，エビデンスの質と強さの評価を正式に進めた初めてのものである。各国は，関連する国際機関や地域機関，社会的パートナーとともに，長時間労働への曝露とそれに起因する疾病負荷を正確かつ透明性を持って推定することから恩恵を受けるだろう。これらは，職業上の危険因子への曝露とそれに起因する疾病負荷を軽減するための法律，規制，政策，プログラム，介入策の設計，開発，計画，コスト計算，実施，評価のためのエビデンスベースを提供する。この記事では，業務上の疾病及び傷害の負荷の WHO/ILO 共同推計（WHO/ILO 共同推計）を紹介している。これは，194 か国を対象とした長時間労働（週 55 時間以上）への曝露と，それに起因する虚血性心疾患と脳卒中の負荷についての 183 か国の推計値である。すべての推計値は，2000 年，2010 年，2016 年について，世界，地域（WHO の定める地域），国レベルで，性別，年齢層別に報告されている。

2. 材料と方法

2.1. 概要

WHO と ILO は，世界的な比較影響評価（例えば，世界保健機関（2016 年））の一環として，反事実的な分布を超えるレベルでの危険因子への曝露から生じる健康への負荷を体系的に推計するために，推計値を作成した（Murray ほか，2004 年）。私たちは，職業上の危険因子，危険因子レベル，及び，理論上の最小危険曝露レベルの定義を作成した（補足データ 1 の表 S1）。起因負荷の推計は，集団における曝露の分布と，曝露の影響による健康結果の相対リスクを組み合わせて行った。この組み合わせを用いて，人口寄与割合（PAFs）を算出する（Murray ほか，2004 年）PAFs は，特定の危険因子に起因する死亡又は疾病の割合を定量化するものであり，したがって，曝露が除去された場合，又は，曝露のレベルが低下した場合に期待される死亡や疾病の減少量を示すものである。推計値は，国，性別（両性，女性，男性の 3 つのカテゴリー），年齢層（15 歳以上，15-19 歳，20-24 歳，以下 5 歳刻みで， 90-94 歳，95 歳以上の 18 のカテゴリー）で定

義された集団について作成され，報告されている。推定値は，「正確で透明性のある健康推計報告のためのガイドライン（GATHER）」（Stevens ほか，2016 年）に従って報告されている。コンピュータソフトウェア「R」で推計値を生成するために使われた完全なスクリプトは，補足データ 2 に掲載されている。

2.2. データソース

推計は 6 セットの入力データを用いてなされた。これらのデータとそのソースの詳細を表 2 に示す。データソース，入力データ，モデルがどのように組み合わされ，モデルの出力と負荷の推計が生成されたかの概要を図 S1（補足データ 1）に示す。さらに，表 S2～S5 には，調査から得られたデータベースの詳細な説明が記載されている（補足データ 1 参照）。簡単に説明すると，曝露割合のデータは入力データ 1 及び 2（調査データから作成したデータベース）から，総人口推計（入力データ 3）及び死亡率の推計（入力データ 4）は，それぞれ国連の人口推計（国連, 2019 年）及び WHO のライフ・テーブル（WHO, 2020 年）から，長時間労働への曝露と 2 つの健康結果との関連性の相対リスクの推計（入力データ 5）は WHO/ILO システマティック・レビュー（Descatha ほか, 2020 年; Li ほか，2020 年 a)から，2000 年，2010 年，2016 年の国別，性別，年齢層別の虚血性心疾患と脳卒中の総死亡数と障害調整生命年(DALYs)の推計（入力データ 6）は，WHO の世界健康推計 (WHO， 2018 年 a)から入手した。WHO/ILO のシステマティック・レビュー（Descatha ほか, 2020 年; Li ほか，2020 年 a）では，長時間労働への曝露が罹患率（病気の発生率）と死亡率の両方に及ぼす影響の相対リスクの推計を作成し，これを用いて疾病負荷の推計を作成した（図 S1；補足データ 1）。他の疾病負荷研究と同様に，システマティック・レビューで同定された効果推計が統計的に有意（P＜0.05）であり，証拠の強さが「有害性の十分な証拠」と評価された場合にのみ，推定に進んだ（Ezzati ほか，2002 年）。証拠の強さの評価に基づいて,「最良の」効果推計（罹患率対死亡率の相対リスク）を選択するために，以下のアプリオリな基準を適用した。第一に，致死的又は非致死的発症対して，（Woodruff ほか（2011 年）による標準ナビゲーションガイドの評価を使用して)「有害性の十分な証拠」と評価される結果の証拠があれば，「最良」の推定の選択に進む。次に：

- 結果の致死的発症のみ，又は，非致死的な発症のみ（つまり両方ではない）に十分な証拠がある場合，十分な証拠がある発症タイプの相対リスクが選択される。
- 致死的発症と非致死的発症の両方に十分な証拠がある場合には, 致死的発症の推計を優先する。

55 時間/週以上の曝露と虚血性心疾患については，死亡率については証拠の強さが「有害性の十分な証拠」と評価されたので（Li ほか，2020 年 a 及び表 1)，致

死的発症の相対リスク（RR 1.17，95％信頼区間 1.05-1.31）を最適推計値として用いた。55 時間/週以上の曝露と脳卒中については，死亡率については証拠強度が「有害性の不十分な証拠」とされたが，罹患率については「有害性の十分な証拠」とされた（Descatha ら，2020 年及び表 1）。したがって，非致死的発症の相対リスク（RR 1.35，95％信頼区間 1.13-1.61）を最適推計値として用いた。
虚血性心疾患についても（Li ほか，2020 年 a），脳卒中についても（Descatha ほか，2020 年），国，性別，年齢による効果修正の証拠がなかったため，国，性別，年齢で定義されたすべてのコホートに最適推計値を割り当てた。

2.3. 統計的モデリング

推定戦略は，入力データをそれぞれ連続して構築された 4 つの異なるモデルでモデル化するというものである（モデル 1～4）。以下，これらのモデルについて説明する。

2.3.1. モデル 1：年ごとに各労働時間区分に属する人口の割合を推計するマルチレベルモデル

1980 年から 2016 年までの各年について，国，性別，年齢層ごとに定義された人口について，6 つの標準的な労働時間カテゴリーのそれぞれに属する人口の割合を推計した。労働時間に関するマイクロデータ（直接曝露データ）があるため，これらの推計値はプロキシ（人口における職業や労働市場での活動年数など）を考慮する必要なく作成できた。他の WHO の推計値（Bonjour ら，2013 年；Wolf ら，2013 年；Wolf ら，2019 年）と同様に，時期ごと及び地理的地域における罹患率を予測する確立されたマルチレベルモデルを用いて，入力データ 1 に基づくこの割合をモデル化した（Goldstein，2010 年，Leyland 及び Goldstein，2001 年）。この方法は，WHO が持続可能な開発目標の指標を作成する際に使用しており（例：指標 3.9.1；https://unstats.un.org/sdgs/metadata/files/Metadata-03-09-01.pdf 参照），そのため国連統計委員会の承認を得ている。これは，指定された期間における連続的な推計値を作成し，平均的な切片と平均的な傾きを，国ごとの残差をつけて推定するものである。特定の国に関する信頼性の高い調査情報がある場合，国別の曲線はデータに密接に従うことになる。国別のデータポイントが少ない場合や，国別の変動が大きい場合，推計値は調査データポイントに近くなるが，傾向は全体の平均に従うことになる。使用したモデルは以下の通り（モデル 1）。

割合 i = Ai(性別，年齢，国) + Bi(性別，年齢，国)*年

ここで，割合 i は，国，性別，年齢層で定義された所定の母集団における労働時間区分 i の母集団の割合であり，year は調査年であり，sex, age, country は母集団の性別，年齢層，国である。性別，年齢，国に依存する年の Ai(性別，年齢，国)と Bi (性別，年齢，国)は，国を固定効果，性別と年齢をランダム効果とし，

地域内で国を入れ子にしたマルチレベルモデルを用いて推定した（地域は独立に扱う）。割合 i は年齢に強く非線形に依存するため，共線性を防ぐために 5 次の直交多項式で年齢を線形化した。長時間労働のデータがない国や年については，そのようなデータがある国のデータに基づくマルチレベル・モデリングを用いて推計を行った。

2.3.2. モデル 2：労働時間区分間の移行確率のモデル

国，性別，年齢層により定義された各集団について，t 年目に 6 つの労働時間区分のいずれかから, t+1 年目に特定の労働時間区分に移行する確率（probabilityj）を推定した。j は，36 の可能な移行のうちの 1 つを示す。この移行確率の算出には，Eurostat が開発した方法を採用した（Kiiver 及び Espelage, 2016 年）。入力データ 2 を用いて，インデックス年（yeart）とターゲット年の国別，性別，年齢層別の正しい労働市場地位を表すようにターゲット年（yeart+1）の調査ウェイトをスケーリングし，性別による反復レーキングを用いて，両年の労働市場地位のマージンを一致させるようにターゲット年の完全サンプルを調整した。入力データ 2 に基づく確率を，以下の多項ロジット回帰モデル（モデル 2）を用いてモデル化した.

確率 j = eβjXj 1 +ΣαeβαXj

ここで，βj は，遷移 j に関連する縦方向の重みを記述する一連の回帰係数であり，Xj は，一連の説明変数（遷移 j に関連する 2 度の分数多項式としての性別，年齢）であり，総和（指標 α）は，j のすべての可能な遷移（ピボット結果として選択された，yeart の i = 0 から yeart+1 の i = 0 への遷移を除く）を通過するものである。モデル 2 を用いて，WHO と ILO は，入力データ 2 にデータがある 15 か国について，15,900 の遷移確率を導き出した。また，Eurostat は，欧州連合労働力調査のサブサンプルをもとに，27 か国を対象とした 31,104 個の移行確率をモデル 2 で導き出し，WHO と ILO と共有した。国別，性別，年齢別に定義された集団のうち, 必要な縦断的データが得られず確率 i が算出できなかった集団については，確率 i を帰属させた。推定された確率 i は，その地域の同じ性別，年齢で定義された集団のすべての移行確率の平均値を，移行確率に寄与する観測値の数で加重したものである。

2.3.3. モデル 3：マイクロシミュレーション・モデルによる時間軸上の曝露人口の推計

国，性別，年齢層により定義された各集団について，曝露期間中の各労働時間区分（k）に属する人口の割合（proportionk）を推定した。k は，時間枠内のどの年においても，労働時間区分 i のうち最も高いものと定義した。モデリングの仮定とそれを裏付ける証拠を表 3 に示す。この手法では，曝露から臨床疾患の

発生までに 10 年の潜伏期間があると仮定し，10 年間の曝露時間枠（曝露年を中心とする）を採用して，該当する曝露年に割り当てる最大の曝露カテゴリーを特定した（図 S2，補足データ 1）。例えば，2016 年の負担を推定するためには，該当する曝露年を 2006 年とし，2001 年から 2010 年までの曝露時間枠の中で，その人が属していた最大の曝露カテゴリーをその人の曝露量とした。実際には，職業の交替を考慮して，10 年間のうちのどの時期に曝露した人でも，2006 年にはリスクがあると考えられる。本研究では，マイクロシミュレーション（個人レベルのデータと総計レベルのデータを組み合わせてミクロレベルの推定値を算出する方法）を用いた。各国において，入力データ 3 を用いて，時間枠の最初の年（すなわち，推定年から 15 年を引いた年）における代表的な性別と年齢の分布を確保し，モデル 1 から出力された推定値を用いて，最初の年に各個人を労働時間カテゴリー（i）に確率的に割り当てる合成集団を作成した。モデル 2 で出力された遷移確率を用いて，全期間の各年において，ある労働時間区分から別の労働時間区分への遷移を確率的にモデル化し，各年におけるそれぞれの合成された個人の労働時間区分を推定した。入力データ 4 を用いて，時間枠の最初の年から推定年までの各年ステップで，各個人を「死亡」または「生存」の状態に確率的に割り当てる。推定年以前に「死亡」状態になった合成された個人は，すべて排除される．国外への移住など，他の可能性のある人口からの離脱は考慮していない。このマイクロシミュレーション法を用いて，proportionk は以下のモデル（モデル 3）で導出される。

プロポーション $k = \Sigma l=1...n\delta k,\max(Sl)\ n$

ここで，δk はクロネッカー・デルタ関数，Sl は時間窓内の各年におけるすべての労働時間区分（i）の第 l 番目の個人の配列，max は第 l 番目の個人が配列内で経験する最大の i を割り当てることを示す。

2.3.4. モデル 4：疾病負荷の推計モデル

長時間労働への曝露に起因する疾病負荷の推定には，比較影響評価の枠組み（Murra ほか，2004 年）が使用される。 他の条件を変えずに，リスクが最小となるレベルまで曝露を減らした場合（すなわち，35～40 時間／週の労働）に発生する死亡又は疾病の比例的な減少を推計する。危険因子への曝露の人口分布と，危険因子への曝露に起因する疾病の罹患又は死亡の危険の増加とを組み合わせる。モデル 3 と入力データ 5 から出力された推定値を用いて，モデル 4 を用いて，特定の集団に見られる健康被害のうち，特定の職業的危険因子への曝露に起因する割合である集団帰属率（PAF）を算出した。

$PAF = \Sigma nk=1Pk(RRk\ 1)\ \Sigma nk=1Pk(RRk\ 1) + 1$

ここで，Pk は労働時間区分 k に属する人口の割合，RRk は労働時間区分 k の相対リスク，n は長時間労働区分の総数を表す。この割合を総疾病負荷（入力デー

タ 6）に適用すると，人口寄与疾病負荷が得られる。具体的には，原因と危険因子のカテゴリーごとに，国，性別，年齢層により定義されたコホートごとに PAF を算出し，これを国，性別，年齢層により定義された原因の総疾病負荷包絡線に適用して，この特定のコホートの各疾病負荷を算出した。死亡率と罹患率の相対リスクが異なることを示唆する証拠はないため，PAF は非致死的および致死的な健康イベントで同じであると仮定し，同じ個々のコホートレベルの PAF を適用して死亡数と DALYs を算出した（Ezzati ほか，2004 年）。

2.4. 不確実性の範囲

疾病の負荷を計算する際には，選択バイアス，交絡，統計誤差など，いくつかの不確実性の原因が存在する。これまでの世界保健推計（Bonjour ほか，2013 年; de Onis ほか, 2004 年; Wolf ほか, 2013 年; Wolf ほか, 2019 年）と同様に，すべての推計値（すなわち，曝露量，PAF，死亡量，DALYs）について，ブートストラップ法を用いて，結果として得られるランダムな偏差の 2.5%と 97.5%の範囲で不確実性（又は予測）の範囲を導き出した（Efron, 1979 年）。入力パラメータの不確実性は，4 つのモデルすべてに伝播した．相対リスクは対数正規分布（Descathah か，2020 年 ; Li ほか，2020 年 a）とし，この分布を用いてモデル化した。結合されたコホート（地域，世界，全年齢層，両性など）の推計値の不確実性の範囲は, これまでの公式推計で行われたように, de Onis ほか（2004 年）に記載された方法を用いて作成した（Bnjour ほか，2013 年; Wolf ほか，2013 年; Wolf ほか，2019 年）。各推定値について，点推定値とその 95％不確実性の範囲（UR）を報告する。

2.5. 感度分析

2016 年に行った仮定（ラグタイム 10 年，2001 年から 2010 年までの 10 年間の時間枠，時間枠の中で最大の曝露カテゴリーの割当）を検証するために，以下の感度分析を行った。

- ラグタイムを 8 年に短縮（2003 年～2012 年）。
- ラグタイムを 12 年に延長（1999 年～2008 年）。
- 曝露の時間枠を 8 年に短縮（2002-2009 年）。
- 時間枠を 12 年に拡大（2000-2011 年）; 及び
- 時間枠内の年数が最も多い長時間労働のカテゴリーを割り当てた（労働市場での活動をしていない期間を排除した）。

3. 結果

2016 年の世界の健康推計は本項でまとめている。2000 年と 2010 年の推計は表 4 と表 5 に，地域別の推計は補足データ 1 の表 S6～S10 に表示されており，国別の推計値は www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/monitoring/

who-ilo-joint-estimates/ と http://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/ に掲載されている。ここでは，WHO の 6 つの地域（アフリカ，南北アメリカ，東地中海，ヨーロッパ，東南アジア及び西太平洋）の地域別推計値を報告しているが，各国の推計値が入手できるので，ILO の 5 つの地域（アフリカ，南北アメリカ，アラブ諸国，アジア・太平洋，ヨーロッパ・中央アジア）など，どの地域のクラスタリングにも基づいて推計することが可能である。

3.1. 長時間労働（週 55 時間以上）にさらされている人口の推定値

2016 年の世界では，人口の 8.9%（UR8.6～9.1）に当たる 4 億 8,800 万人（UR472～503）が，55 時間/週以上働いていた（表 4）。推定値の全容は別の場所で見ることができる(www.who.int/groups/who-ilo-joint-estimates 及び http://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/)。男性及び中年期前半の成人がより多く曝露していた（図 2）。2000 年から 2016 年の間に，この曝露カテゴリーの世界的な有病率は 9.3%（UR 4.3-14.6）増加した（表 4）。2016 年の地域別曝露有病率は，東南アジアが最も大きく（11.7%，UR 10.8～12.5），ヨーロッパが最も小さかった（3.5%，UR 3.5～3.6）（表 S6；補足データ 1）。2000 年から 2016 年の間に，地域的に最も増加したのは西太平洋であり，有病率が最も減少したのはアフリカであった。国別の曝露人口の割合を示す地図を図 3 に示す。

3.2. 長時間労働（≥55 時間/週）への曝露に起因する疾病の負担

2016 年，世界全体で，虚血性心疾患と脳卒中を合わせて 745,194 人（UR 705,786-784,601）の死亡者及び 2330 万人（UR 22.2-24.4）の DALYs が長時間労働への曝露に起因すると推定された。虚血性心疾患が長時間労働への被曝による推計死亡数の 46.5%，脳卒中が推計死亡数の 53.5%を占めており，2 つの死因でほぼ同じとなった。図 4 と図 5 は，長時間労働への曝露に起因する虚血性心疾患と脳卒中による死亡率と DALYs の国別マップである。

3.2.1. 長時間労働（55 時間/週以上）に起因する虚血性心疾患の負荷

3.2.1.1. 死亡数 2016年の世界全体での虚血性心疾患による死亡数は9,401,800人と推定されている。このうち，346,753 人（UR 319,658-373,848）が長時間労働への曝露に起因している（表 5）。したがって，PAF は 3.7%（UR 3.4-4.0）となる。男性の方が負荷が大きく，70 歳までは年齢とともに死亡数と死亡率が増加していた（図 6）。2000 年から 2016 年の間に，長時間労働への曝露に起因する虚血性心疾患死亡者数は 41.5%（UR 27.9-56.5）と大幅に増加した（表 5）。PAF は，2000 年が 3.5%（UR 3.3-3.7），2010 年が 3.6%（UR 3.4-3.9），2016 年が 3.7%（UR 3.4-4.0）だった。したがって，これらの起因する虚血性心疾患死亡者数の増加傾向は，曝露量の増加ではなく，総疾病負荷エンベロープの増加によってもたらされた。

2016 年の WHO の全地域の中で，東南アジアは，長時間労働への曝露に起因す

る虚血性心疾患死亡者数が最も多かった（159,832 人，UR135,442～184,242；補足データファイル 1 の表 S8）。アフリカは最も少なかった（死亡者数 16,942 人，UR15,878-18,005 人）。

3.2.1.2. DALYs 2016 年の世界全体では，虚血性心疾患から失われた 2 億 280 万 DALYs のうち，1070 万 DALYs（UR 9.9-11.4）が長時間労働への曝露に起因するものであった（表 5）。2000 年から 2016 年の間に，帰属する DALYs は 41.2%（UR 28.5-54.6）増加した。2000 年，2010 年，2016 年の PAF は，それぞれ 4.8（UR 4.5-5.1），5.1（UR 4.7-5.4），5.3（UR 4.9-5.6）であった（表 6）。

3.2.2. 長時間労働（55 時間以上／週）に起因する脳卒中の負荷

3.2.2.1. 死亡数 世界では，2016 年に脳卒中が原因で 5,747,289 人が死亡したと推定されている。このうち，398,441 人（UR369,826-427,056）は長時間労働への曝露に起因していた（表 5）。したがって，PAF は 6.9%（UR 6.4-7.5）であった。絶対値でも相対値でも，男性と高年齢層（60～74 歳）の負荷が大きかった（図 6）。2000～2016 年の間に，長時間労働への曝露に起因する脳卒中死亡の総数は，19.0%（UR 7.8～31.1）増加した（表 5）。PAF は，2000 年が 6.5%（UR 6.1-7.0），2010 年が 6.8%（UR 6.3-7.3），2016 年が 6.9%（UR 6.4-7.5）だった（表 6）。したがって，脳卒中の起因死亡数の増加傾向も，主に総疾病負荷エンベロープの増加によってもたらされた。

地域別の死亡数が最も多かったのは，東南アジア（死亡数 158,987 人，UR 141,968-176,006；補足ファイル 1 の表 S10）と推定される。最も少なかったのは南北アメリカ（死亡数 18,285 人，UR17,162-19,409 人）であった。

3.2.2.2. DALYs 2016 年の世界では，脳卒中により失われた 1 億 3590 万 DALYs のうち，1260 万 DALYs（UR 11.8-13.4）が長時間労働への曝露に起因するものであり（表 5），2000 年（UR 11.8-32.4）から 21.7%増加した。2000 年，2010 年，2016 年の PAF は，それぞれ 8.6（UR 8.1～9.1），9.0（UR 8.5～9.5），9.3%（UR 8.7～9.9）であった（表 6）。

3.3. 感度解析

感度解析の結果によると，推定値に多少のばらつきがあるものの，想定ラグタイムを 8 年に短縮した場合 12 年に延ばした場合でも，時間枠を 8 年に短縮した場合や 12 年に延ばした場合でも，死亡数と DALYs は引き続き評価できることが判明した（表 S11；補足ファイル 1）。しかし，最大の曝露カテゴリーではなく，最も一般的な曝露カテゴリーを割り当てることで，死亡数と DALY 数は大幅に減少した。

4. 考察

本稿では，長時間労働への曝露と虚血性心疾患及び脳卒中の起因負荷に関する WHO/ILO 共同推計を紹介した。要約すると，2016 年には，世界人口の 8.9%が

55 時間/週以上の労働にさらされていた。虚血性心疾患と脳卒中を合わせて745,194 人の死亡者と 2330 万 DALY がこの職業上の危険因子に起因していると推計される。2016 年の虚血性心疾患及び脳卒中による全死亡者数のうち，3.7%及び 6.9%が長時間労働に起因しており，虚血性心疾患及び脳卒中による全DALY のうち 5.3%及び 9.3%が長時間労働に起因していた。これらの疾病負担は，東南アジアおよび西太平洋地域，男性，中高年の労働者で不均衡に高かった。2000 年から 2016 年の間に，罹患人口は 9.3％増加し，虚血性心疾患及び脳卒中による死亡の起因負荷は，それぞれ 41.5％及び 19.0％増加した。

4.1. 過去の調査結果および解釈との比較

長時間労働への曝露に関する WHO/ILO 共同推計の人口分布と時的傾向は, 労働時間に関する公式調査データで観察される人口分布と時間的傾向に関する ILO の最近の分析結果と一致している（Messenger, 2018 年）。私たちの知る限り，これらの最初の WHO/ILO 共同推計と比較できる, 長時間労働への曝露に起因する疾病負荷の過去の推計はない。これらの WHO/ILO 共同推計は，長時間労働への曝露に起因する疾病負荷が，世界的な比較リスク評価に含まれる他の職業的危険因子に起因するものと比較して，これまでに算出されたあらゆる職業上の危険因子の中で最大であることを示している（GBD 2016 年 職業上の危険因子コラボレーション, 2019 年; WHO, 2016 年）。長時間労働への曝露の人口有病率は，2010 年から 2016 年にかけて大幅に増加した。この傾向が続けば，この職業上の危険因子にさらされる人口はさらに拡大すると考えられる。その理由として考えられるのは，ギグ・エコノミーの拡大（Messenger, 2018 年），導入された不確実性，新しい労働時間の取り決め（オンコール勤務，テレワーク，プラットフォーム・エコノミーなど）である。過去の経験から，過去の経済不況後に労働時間が増加したことがわかっており（Bloom, 2009 年），このような増加は COVID-19 パンデミックにも関連している可能性がある。推定される曝露量の増加は，東南アジアと西太平洋地域で最大であった。さらに，虚血性心疾患と脳卒中の疾病負荷包絡線の合計も急速に増加している。曝露人口と総疾病量の両方が増加するにつれ，長時間労働への曝露に起因する虚血性心疾患と脳卒中の負荷も増加することが予想される。

4.2. 強みと限界

WHO と ILO は，長時間労働に起因する虚血性心疾患と脳卒中の負荷について，詳細な推計を作成した。これらの推計は，これまでの証拠のシステマティック・レビューとメタ分析に基づいている。複数のデータソースにより，すべての地域から大規模なサンプルを得て，推計値を算出した。

しかし，この研究にはいくつかの限界があり，結果を解釈する際にはそれを考慮する必要がある。まず，システマティック・レビューとメタ分析では，統計

的有意性が得られた場合でも，リスクの増加は比較的小さいと推定されている。しかし，質の高い証拠のほとんどは，交絡を減らすための措置を講じた前向きコホート研究から得られたものであり，母集団のリスクをよりよく表していると考えられる。この点を考慮して，個々の専門家からなる作業部会は，虚血性心疾患と脳卒中の両方について，曝露カテゴリーが 55 時間／週以上の場合，エビデンスは「中程度の質」であり，「有害性を示す十分な証拠」と評価した（Descatha ほか，2020 年；Li ほか，2020 年 a）。他の研究者は，虚血性心疾患に関して長時間労働の「有害性を示す十分な証拠」があるとする作業部会の評価に同意していない（Kivimäki ほか，2020 年）。作業部会は，この意見の相違を認め，割り当てられた評価が証拠によって支持される理由を詳しく説明している（Li ほか，2020 年 b）。

第二に，少なくとも虚血性心疾患に関しては，労働時間の長さだけでなく，労働時間を費やす仕事の質も重要ではないかと主張されている（Kivimäki ほか，2020 年）。Kivimäki ほか（2020 年）はデータを提示し，個々の専門家による作業部会は SES で層別化した分析を行い，SES の低い個人において長時間労働への曝露と虚血性心疾患のリスクとの間に強い関連性がある傾向を示唆したが（Li ほか，2020 年 a），これらは高所得国と 1 つの地域（ヨーロッパ）のみの研究に限られていた。作業部会は，長時間労働と虚血性心疾患との関連における SES の影響修飾の可能性を示す証拠は，グローバルな研究では決定的ではないと判断した（Li ほか，2020 年 a，Li ほか，2020 年 b）。現在，SES により脱凝集されたそのような世界的な健康推計の作成を支える証拠はない。しかし，長時間労働と健康結果との関連における SES と仕事の質の役割については，さらに多様な国や地域での研究が必要である。

第三に，長時間労働と虚血性心疾患・脳卒中の負担の両方に関するデータの質は，情報源によって異なる。長時間労働に関するデータのほとんどは，公式のデータ収集手順（統計基準など）が確立されている国家統計局から得られたものであるが，それでもばらつきは予想される。すべての調査は，労働時間に関する自己申告のデータを使用している。いくつかの研究では，行政記録と比較して，自己申告の労働時間の信頼性と妥当性の両方が示されている（Imai ほか，2016 年；Saunders ほか，2005 年；Todd ほか，2010 年）が，これにはばらつきがある可能性がある。そのため，誤差の方向によっては，負荷の過小評価又は過大評価につながる可能性がある。

第四に，モデル化の際にいくつかの仮定を置いた。それらは現在の知識に基づいており，詳細は透明性を持って記述されているが（表 3），より多くの証拠が得られれば，これらを見直す必要があるかもしれない。さらに，上述のとおり，感度分析を通じて政策立案者に代替シナリオを提供している。感度分析では，

想定されるラグタイムと時間枠を変更した結果，主要な結果とは若干異なる結果となったが，最大の曝露カテゴリーではなく，最も一般的な曝露カテゴリーを使用した場合には，帰属死亡数と DALY 数の比較的大きな減少が見られた。表 3 に示したように，潜伏期間の長い疾患では，曝露レベルを下げても曝露によるリスクが残る可能性があるため，最大の曝露カテゴリーを使用した。しかし，その結果，長時間労働に起因する健康被害が過大評価されている可能性がある。しかし，政策立案のための追加情報として，最も一般的な曝露カテゴリーを割り当てた推定値の感度分析を行い，もしこの曝露割り当てが証拠に基づいていることが判明した場合には，これが推定疾病負荷となることを示し，別のシナリオを追加することでさらなる透明性を高めている。

第 5 に，労働時間と疾病負担の両方に影響を与える可能性のある追加的な要因がある。これらの分析では考慮されていないが（例：シフトワーク），WHO と ILO の共同推計の将来のサイクルでは考慮される可能性がある（Li ほか，2020 年 b）。職業によっては（農業従事者など），季節変動が要因となる可能性がある。一部の国では縦断的な調査データが利用可能であり，四半期ごとの調査で複数の時点にわたって個人からデータを取得していた。これらのデータが入手可能な場合は，データの平均値を取ることで，季節的な違いをある程度緩和できるはずである。しかし，長時間労働の曝露の評価に使用されたデータの大部分はクロスセクションであったため，この点は制限されている。また，いくつかの潜在的なメディエーター（図 1）がありますが，これに対処するのは困難である（Descatha ほか，2020 年; Li ほか，2020 年 a）。

第 6 に，競合するリスクがあるかもしれない。例えば，長時間労働にさらされている人は，心血管疾患が発症する典型的な年齢に達する前に，他の原因で死亡したり，移住したりするかもしれない。

5. 結論

WHO と ILO は，長時間労働（週 55 時間以上）への曝露は，虚血性心疾患と脳卒中による多数の死亡と DALYs の原因となる一般的な職業上の危険因子であると推定している。世界的な比較リスク評価では，現在，最大の疾病負荷をもたらす職業上の危険因子となっている。これらの最初の WHO/ILO 合同疾病・傷害負荷推計は，世界，地域及び国レベルで，保健・労働部門を通じて，危険な長時間労働への曝露を防ぎ，それによって虚血性心疾患と脳卒中の帰属負担を軽減するための行動の基礎を提供する。これには，労働時間の制限に関する基準の設定など，労働時間に関する国際労働基準の実施が含まれる（国際労働機関，2019 年 a，b）。労働時間の取り決めに関する法律，規制，政策，プログラム，介入は，労働時間の設定，監視，実施，及び労働者の残業時間数が，人間の健

康に害を及ぼさない枠組みの中で行われることを保証しなければならない（Landsbergis, 2018 年; Messenger, 2018 年）。

免責事項

本稿で示された見解については，著者のみが責任を負うものであり，著者が所属する機関の見解，決定，方針を必ずしも代表するものではない。また，本稿で示された見解は，決して欧州連合の公式見解を反映したものではない。

本稿で使用されている名称及び資料の表示は，国，領土，都市，地域，その当局の法的地位，又は国境や境界線の画定に関して，WHO がいかなる意見も表明することを意味するものではない。地図上の点線や破線は，まだ完全には合意されていないおおよその境界線を示している。

国，領土，地域を指すために使用される用語，及び，国境や境界の画定を含む国，領土，地域の表現，そして本書における地位の直接的又は間接的な帰属は，専ら WHO の組織的なスタイルと慣習に従っている。本稿に含まれる情報を確認するために，WHO はあらゆる合理的な予防措置を講じている。

しかし，本稿は，明示的，暗示的を問わず，いかなる保証もなく配布されている。本稿の解釈と使用に関する責任は，読者にある。いかなる場合でも，WHO は本資料の使用により生じた損害について責任を負わない。

資金調達

本研究は，WHO に対する以下の資金援助により実施された：米国疾病対策予防センターの国立労働安全衛生研究所（助成金 1E11OH0010676-02，助成金 6NE11OH010461-02-01，及び，助成金 5NE11OH010461-03-00）；ドイツ連邦保健省（BMG ドイツ）の BMG-WHO コラボレーションプログラム 2020-2023（WHO 指定賞 ref. 70672），スペイン国際協力庁（AECID）（WHO specified award ref.71208）。ILO は，ILO フラッグシッププログラム「Safety + Health for All（万人のための安全と健康）」の枠組みの中で実施されている，欧州連合（EU）が資金提供する「Vision Zero Fund（VZF）project on filling data and knowledge gaps on occupational safety and health in global supply chains（世界のサプライチェーンにおける労働安全衛生に関するデータと知識のギャップを埋めるプロジェクト）」からの財政的支援を認めている。研究デザイン，データ収集，分析，発表の決定，原稿作成において，資金提供者は一切関与していない。

著者の寄与に関する陳述

Frank Pega:概念化，データキュレーション，方法論，形式分析，可視化，執筆-原案，監修，執筆-レビュー・編集。Bálint Náfrádi: データキュレーション，方法

論，形式的分析，視覚化，執筆 - 査読・編集。Natalie C. Momen: ビジュアル化，ラ執筆 - 査読・編集。宇治田ゆか：執筆 - 査読・編集；Kai N. Streicher:形式分析，ビジュアル化，執筆 - 査読・編集；Annette M. Prüss-Üstün: 方法論，形式分析，監修，執筆 - 査読・編集。技術アドバイザリーグループ；方法論，執筆 - 査読・編集。

競合する利益の宣言

著者は，潜在的な競合利益とみなされる可能性のある以下の金銭的利益／個人的関係を宣言している。Alexis Descatha 教授は，提出物の枠外において，アンジェ大学からの個人的な報酬，アンジェ大学病院センターからの個人的な報酬，Elsevier 社からの個人的な報酬，Regional found (Pays de la Loire/ Angers Loire Metropole)からの助成金を報告している。

謝辞

（省略）