

妊娠が引き起こす脳のダイナミックな再構築

プレシジョン・イメージングが明かす、
人間の「Matrescence（親への適応）」の全貌



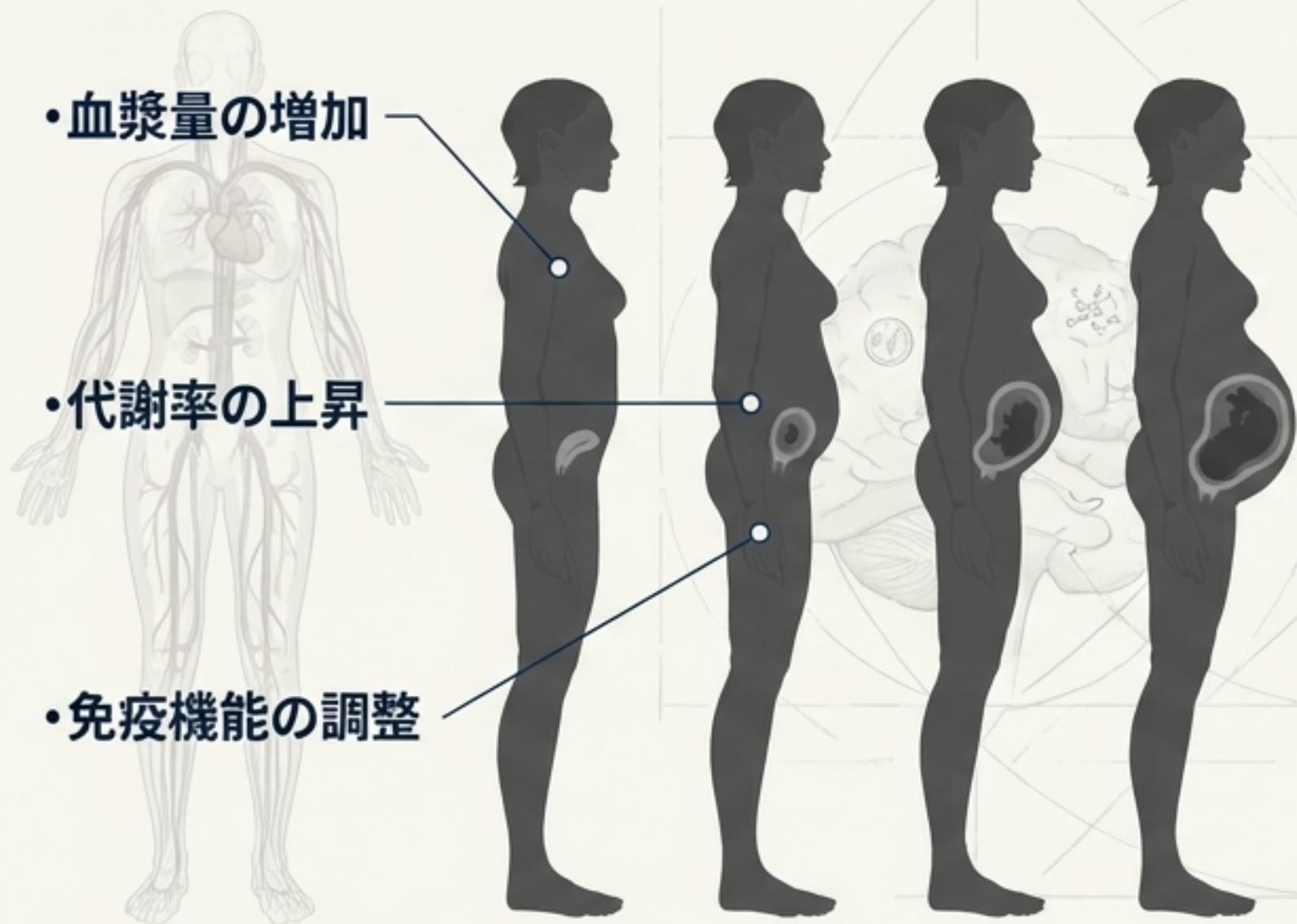
毎年1億4000万人が経験するダイナミズムの中で、脳内は「ブラックボックス」だった

解明されている変化(身体)

• 血漿量の増加

• 代謝率の上昇

• 免疫機能の調整



未解明の謎(脳)

100~1,000倍に
急増する
ステロイドホルモンが
中枢神経系をどう
再構築するのか?

これまでの研究は『妊娠前』
と『産後』の比較のみ。
妊娠期間中(Gestational
Window)の連続的なデータ
は世界に存在しなかった。



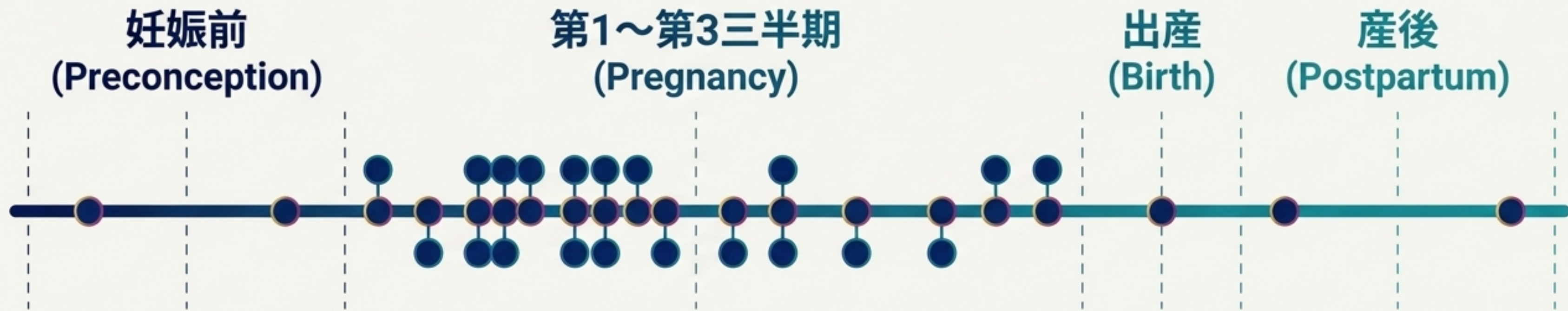
Gestational Window



2年以上にわたる26回の連続スキャンによる 「プレシジョン・イメージング」

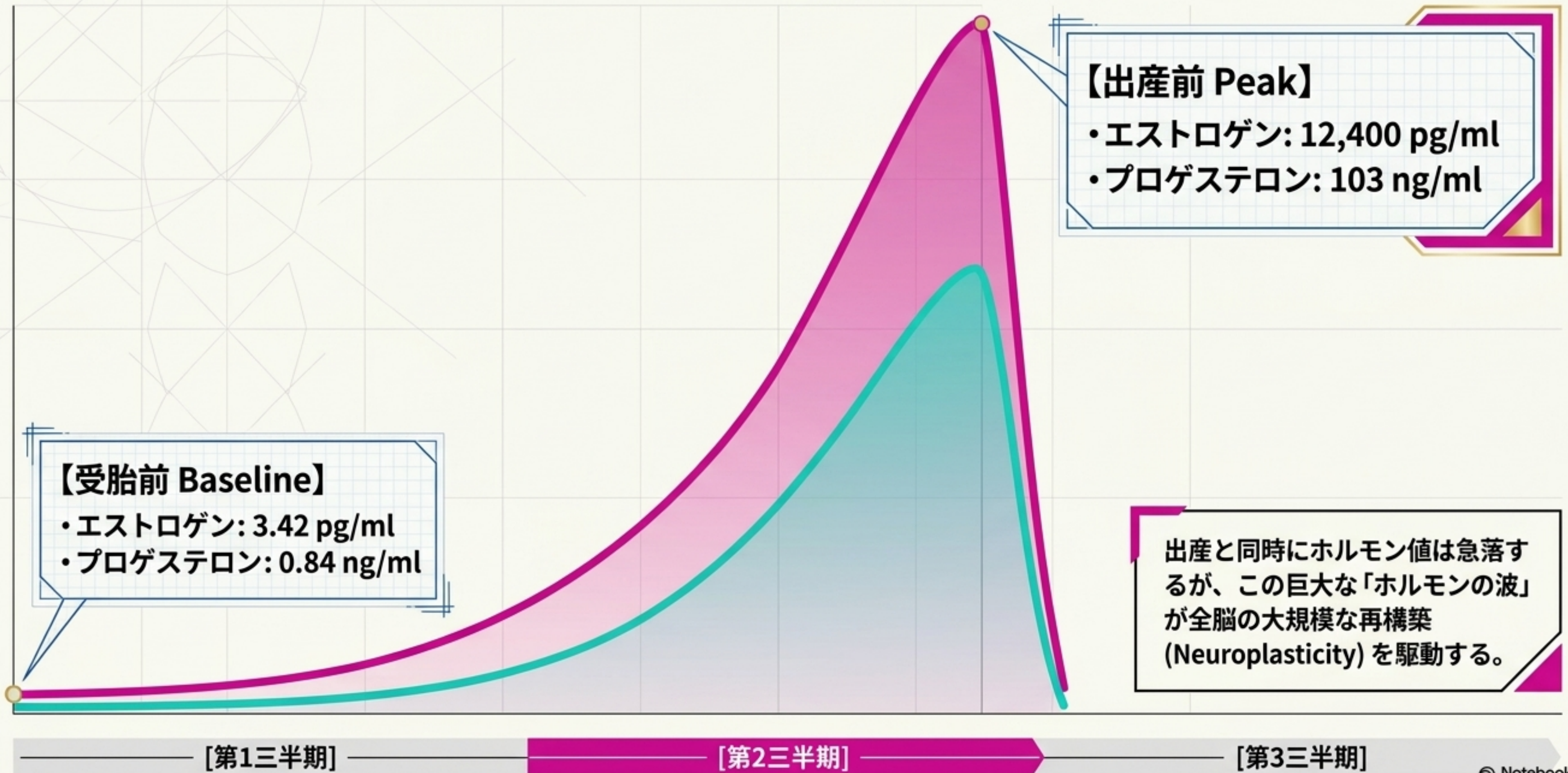
被験者プロフィール:

- 38歳 初産婦
- 体外受精（IVF）により受胎
- 妊娠合併症なし



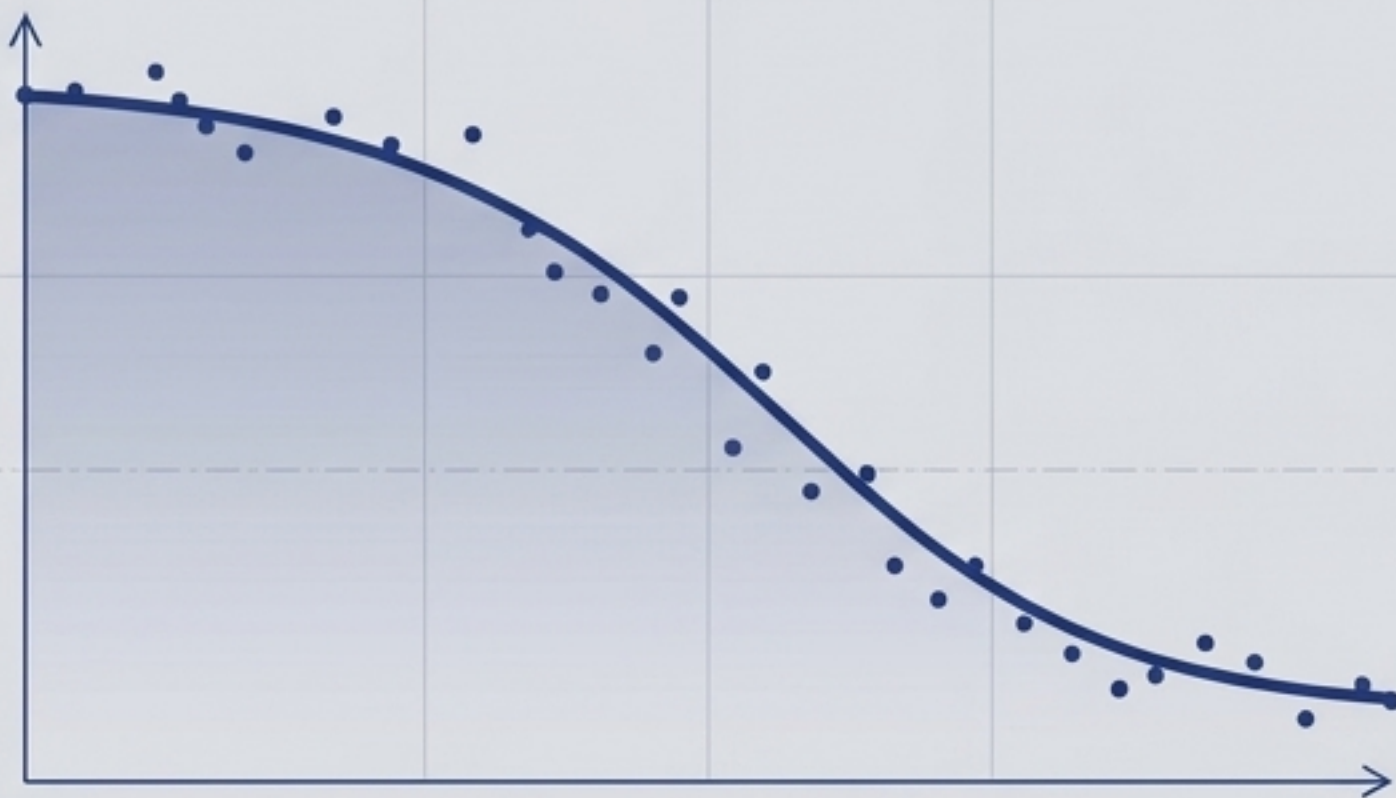
集団間のノイズを排除し、ホルモン値と脳の微細な構造変化を
完全に同期させて追跡する、史上初の包括的マップ。

神経リモデリングの引き金となる、ステロイドホルモンの爆発的な急増



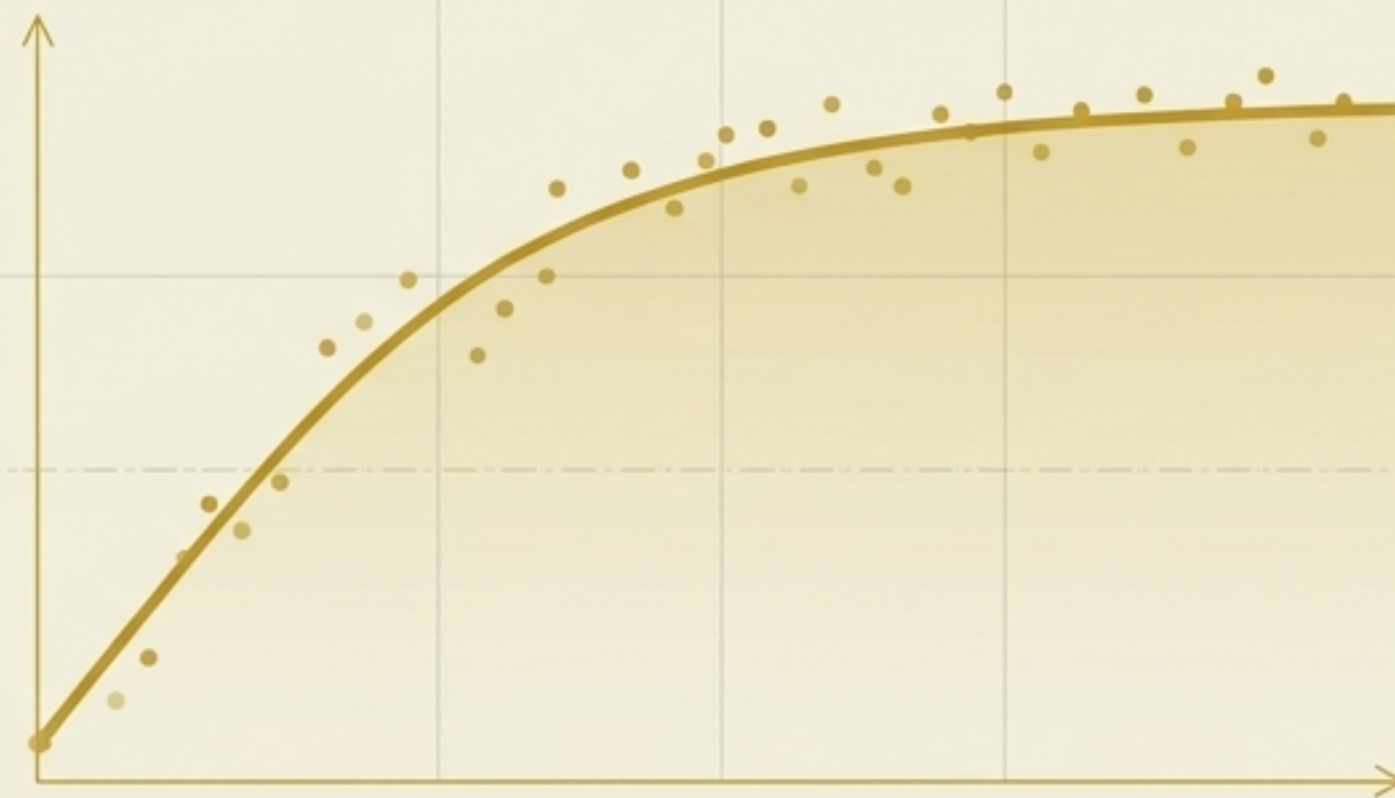
灰白質の減少と白質の強化：相反する2つのベクトルが同時に進行する

【減少】 大脳皮質灰白質・皮質厚



- 妊娠週数が進むにつれ非線形に減少
- 組織の喪失ではなく「刈り込み」

【上昇】 白質微細構造の完全性 (QA)



- 第1・第2三半期にかけて全脳レベルで上昇
- 情報伝達ネットワークの強化

脳全体の体積が縮小する一方で、情報伝達のネットワークは強化される。
これは特化に向けた「チューニング」であることを示唆している。

[妊娠前]

[第1三半期]

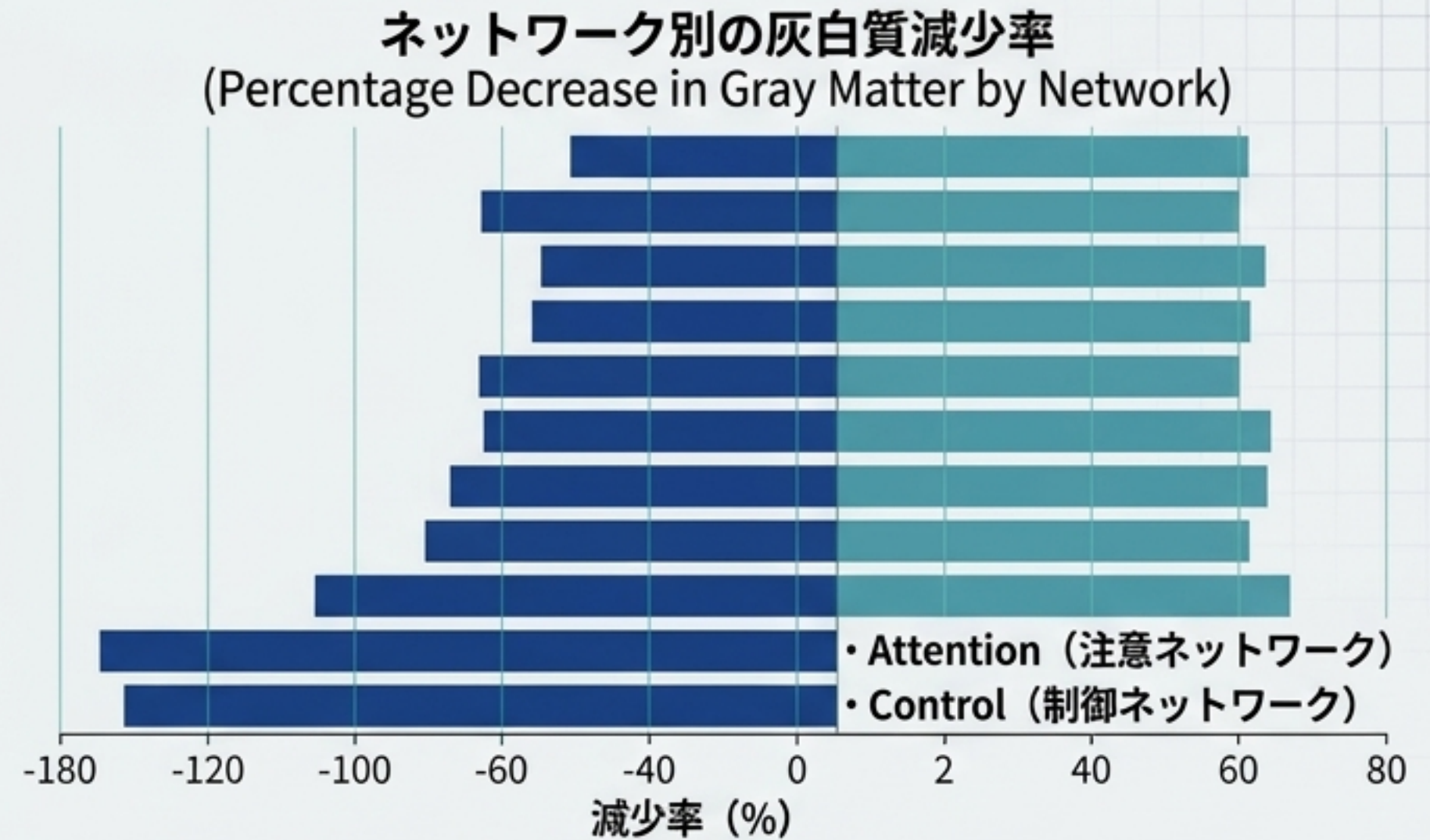
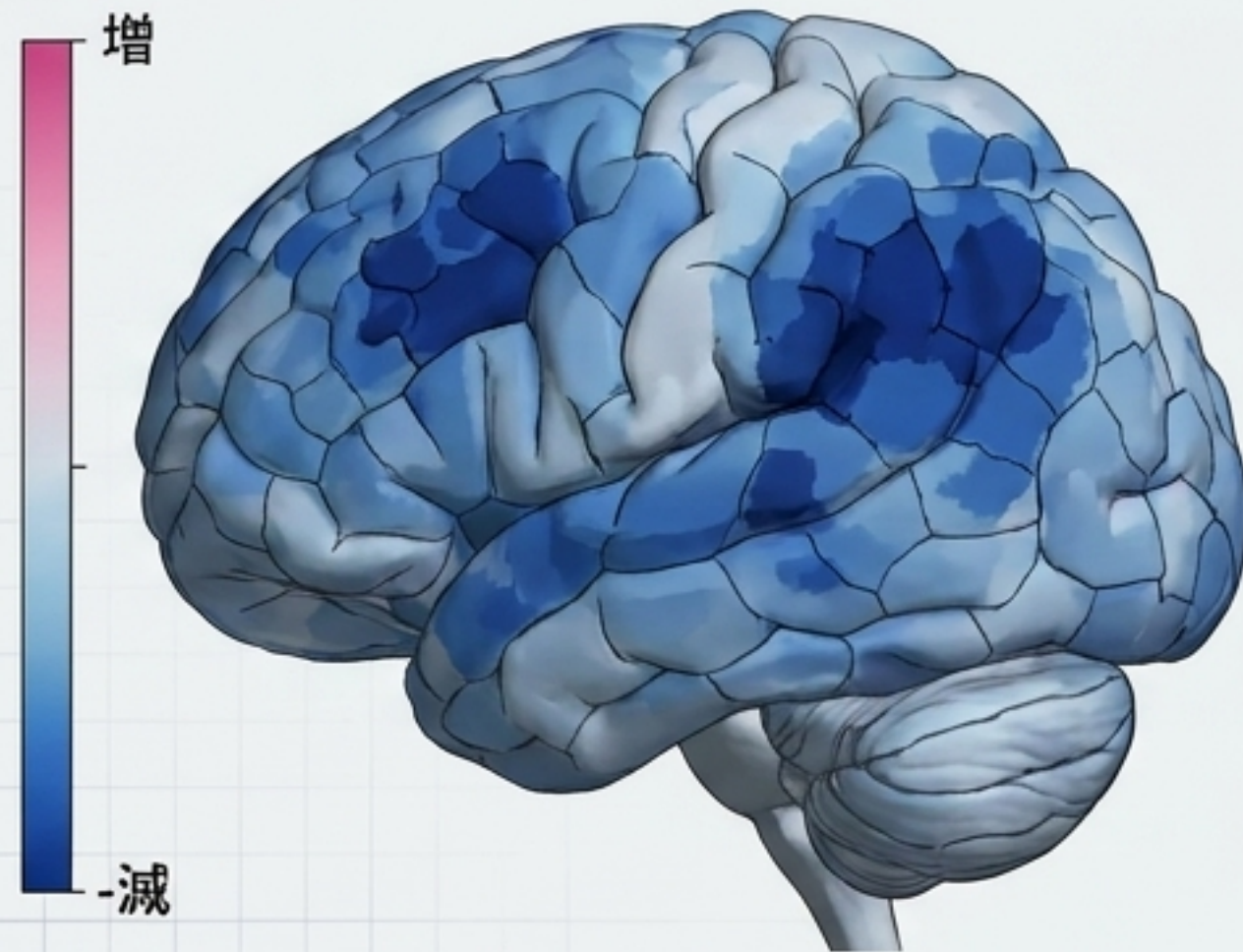
[第2三半期]

[第3三半期]

[出産]

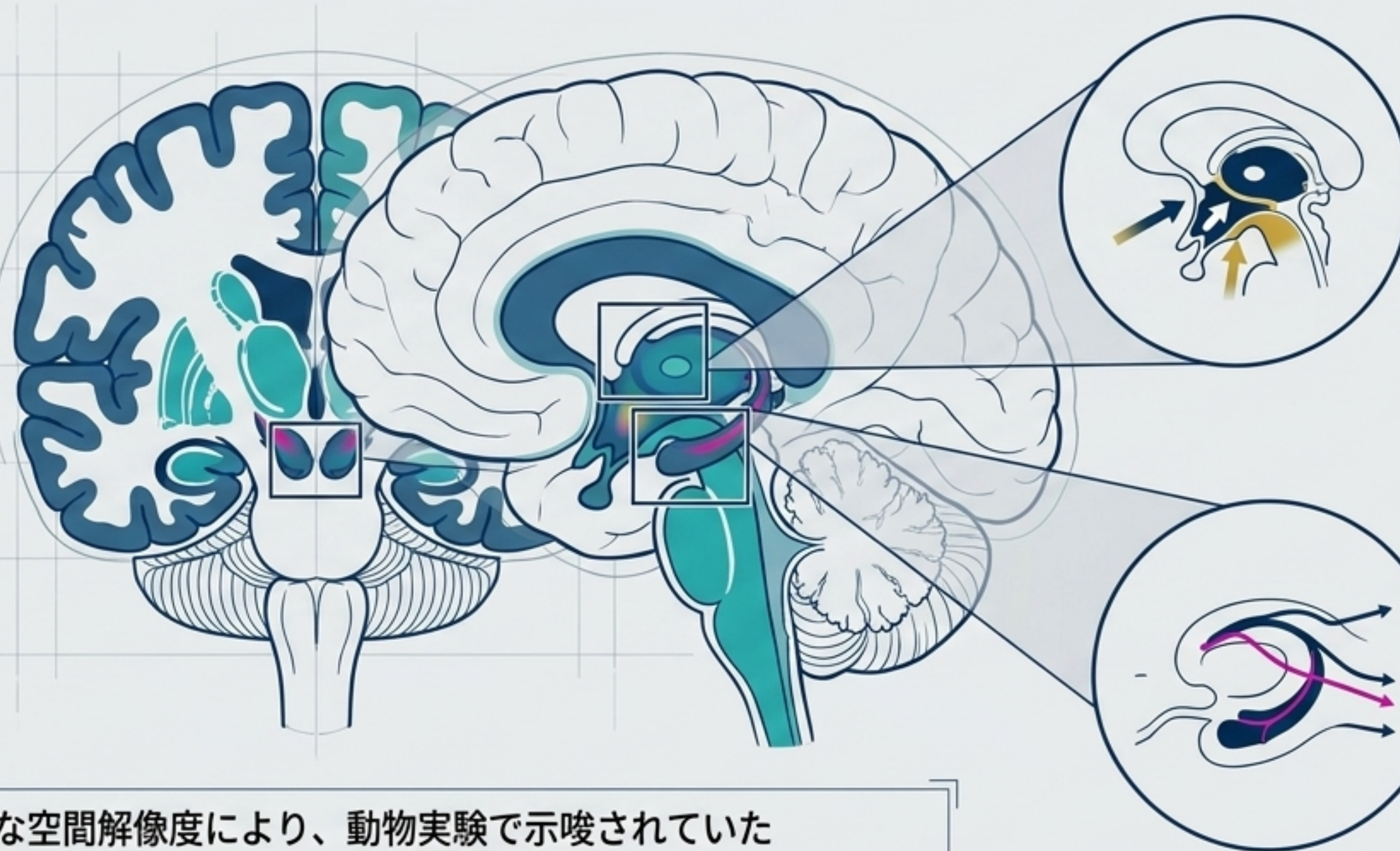
[産後]

大脳皮質の80%の領域で進行する、広範かつ劇的な灰白質の「刈り込み」



一部の局所的な変化ではなく、脳の約80%（400のROIの大部分）が妊娠週数と負の相関（縮小）を示す、規格外の広範なリモデリング。

親としての行動と記憶を司る「深部構造（サブコーティカル）」の再設計



Ventral Diencephalon（腹側間脳）

視床下部を含む領域。親としての行動（Maternal behavior）を誘発するために極めて重要な部位であり、妊娠進行と最も強い減少相関を示す。

Hippocampus（海馬）

記憶に関連する「CA1」および「CA2/CA3」サブフィールドが特異的に非線形な減少を示すことを特定。

この精密な空間解像度により、動物実験で示唆されていた「親への適応回路の成熟」が人間の脳内でも起きていることが裏付けられた。

[第1三半期] — [第2三半期] — [第3三半期]

日常的な脳の変動幅を「3倍以上」上回るスケール外の変容

約3倍

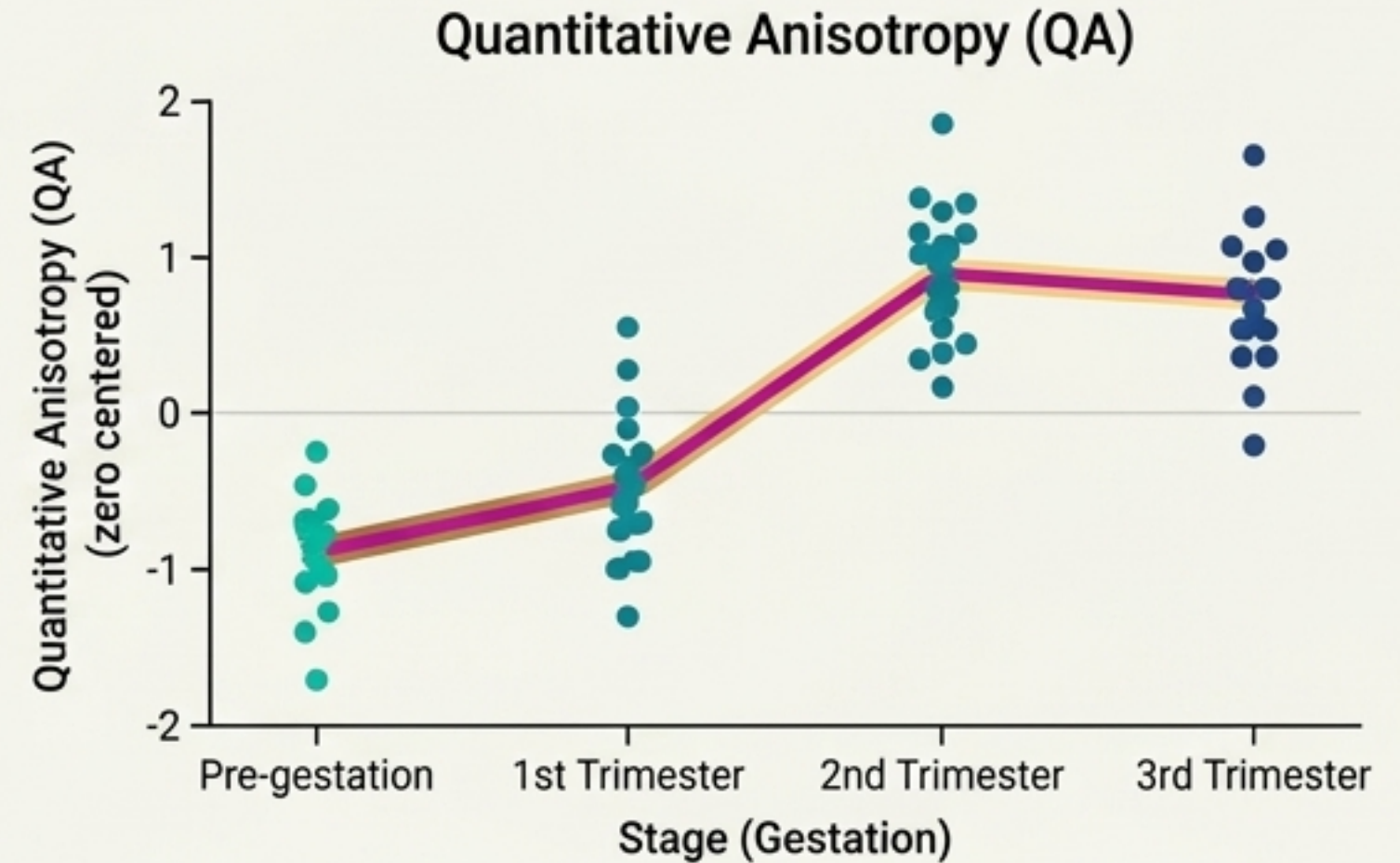
非妊娠者の日常的な脳の体積変動 (Day2Day Dataset)

妊娠中の大脳皮質灰白質の減少幅 (Gestation Data)

海馬などの内側側頭葉に至っては、
日常変動の【3~4倍】のスケール

妊娠期の脳は、通常のライフサイクルではあり得ない
異常なスピードと規模で物理的变化を遂げている。

情報伝達の効率化：白質ネットワーク（情報ハイウェイ）の一時的な強化



- ・灰白質が縮小する一方で、感情処理と視覚処理のハブを繋ぐ白質トラクトの**完全性は「上昇」**する。
- ・乳児のシグナル（視覚・聴覚）への反応を研ぎ澄ますための、**情報の高速伝達化（ハイウェイ整備）**と考えられる。

一時的な適応と、半永久的なアップデートの境界線

Transient Changes (一時的な変化)	Persistent Changes (永続的な変化)
出産後にベースラインに戻る	産後2年を経ても戻らない
 ・白質の微細構造 (QA) の強化  ・脳脊髄液 (CSF) と脳室の拡大 (組織の圧縮と水分貯留の解消による)	 ・大脳皮質の灰白質体積 (GMV) と皮質厚の減少  ・海馬など特定の深部構造の減少

白質の強化は妊娠期特有の「一時的なブースト」だが、灰白質の減少は親としての長期的なフェーズに向けた「**脳の不可逆的なアップデート**」である。

【統合】 妊娠による「脳内ダイナミック変動」マトリクス

減少・縮小するもの (The Decreases)

Components

大脳皮質灰白質、皮質厚、
海馬 (CA1/CA2/CA3)、
腹側間脳

Meaning

不要なシナプスの刈り込みによる
ネットワークの最適化

増加・拡大するもの (The Increases)

Components

白質の微細構造完全性 (QA)、
脳室、脳脊髄液 (CSF)

Meaning

情報伝達効率の向上 (白質) と、
物理的な水分貯留・組織圧縮 (髄液)

すべてが
ホルモンの
増減カーブに
同期して
進行する。

[妊娠前]

[第1三半期]

[第2三半期]

[第3三半期]

[産後]

The Maternal Brain Remodeling Model: 「喪失」ではなく「高度な成熟」へ

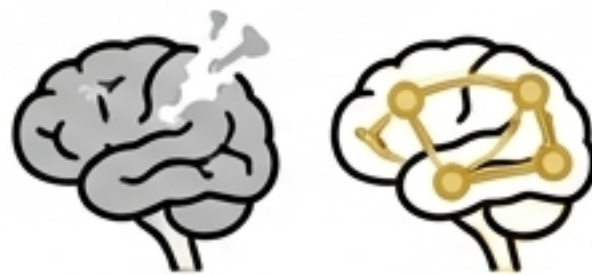
ホルモンの急増 (Endocrine Trigger)

爆発的なステロイドホルモン
が神経系をモジュレート。



選択的刈り込みと強化 (Fine-tuning)

灰白質の削減（ノイズの排
除）+ 白質の強化（伝達速度
の向上）。



親としての最適化 (Matrescence)

乳児の微細なサインに気付
き、愛着を形成するための
行動的・感覚的適応。



思春期（Adolescence）に脳の灰白質が減少し、より高度な認知機能を
獲得するプロセスと酷似している。妊娠は、成人期における「**第二の
巨大な脳の成熟期（Matrescence）**」である。

[妊娠前]

[第1三半期]

[第2三半期]

[第3三半期]

[産後]

母親の脳の「基準値」を知ることが、未来の周産期医療を変える

1. 産後うつ（PPD）の早期発見

5人に1人が発症する産後うつ。正常なリモデリングの軌道から逸脱するパターンを検知できれば、**症状発現前の介入**が可能になる。

2. 神経疾患メカニズムの解明

てんかん、偏頭痛、多発性硬化症など、妊娠中に増悪・寛解する疾患の**特定のメカニズム**特定への応用。

3. 女性の脳の生涯にわたる健康

妊娠が脳の老化や生涯の**認知機能**に与える「**神経保護作用**」の理解を深める。

「このたった1人の女性の2年間にわたる青写真（Blueprint）は、女性の脳が持つ驚異的な可塑性を証明し、広大な未知の領域を開拓する出発点である。」

[妊娠前]

[第1三半期]

[第2三半期]

[第3三半期]

[産後]