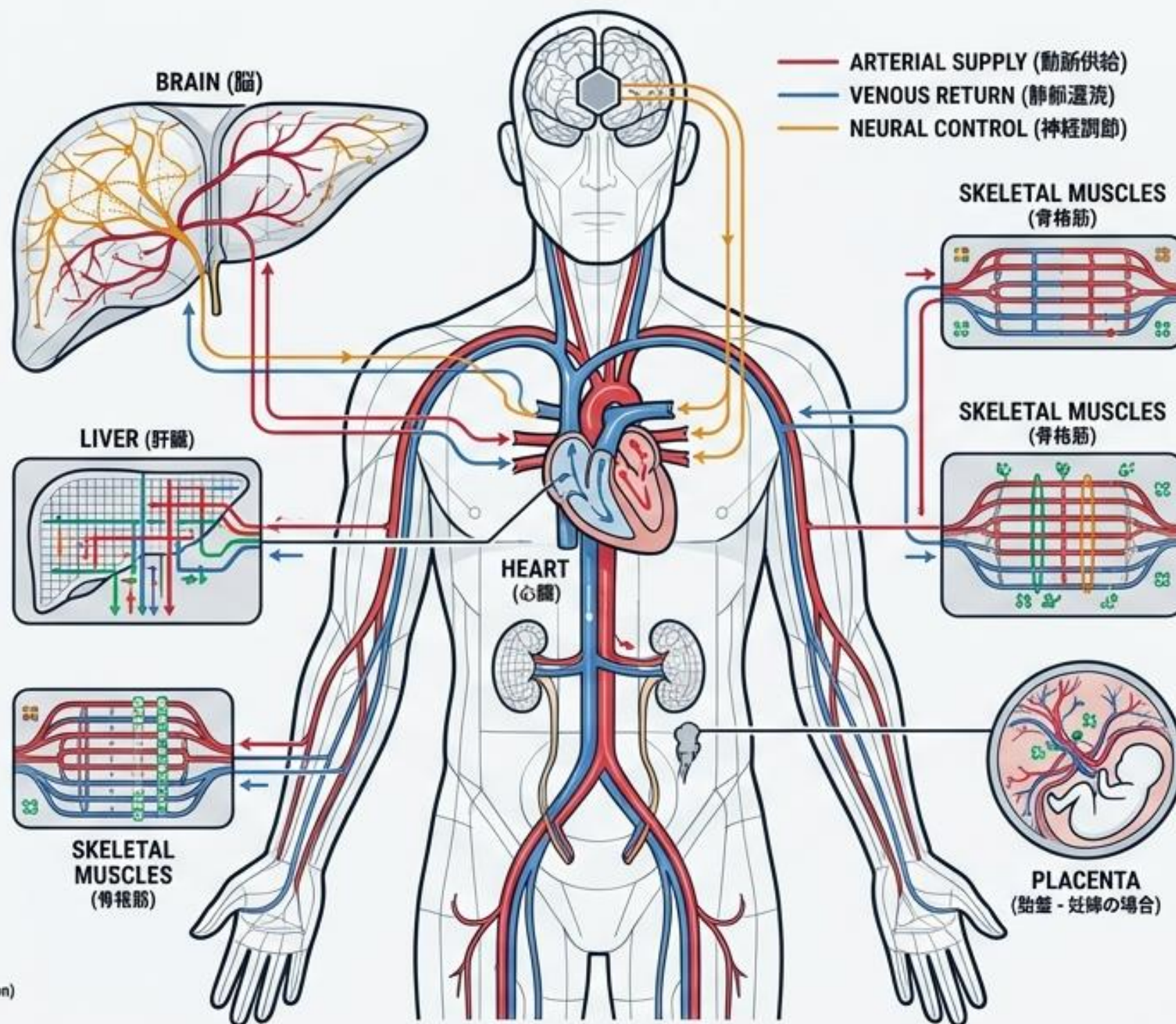
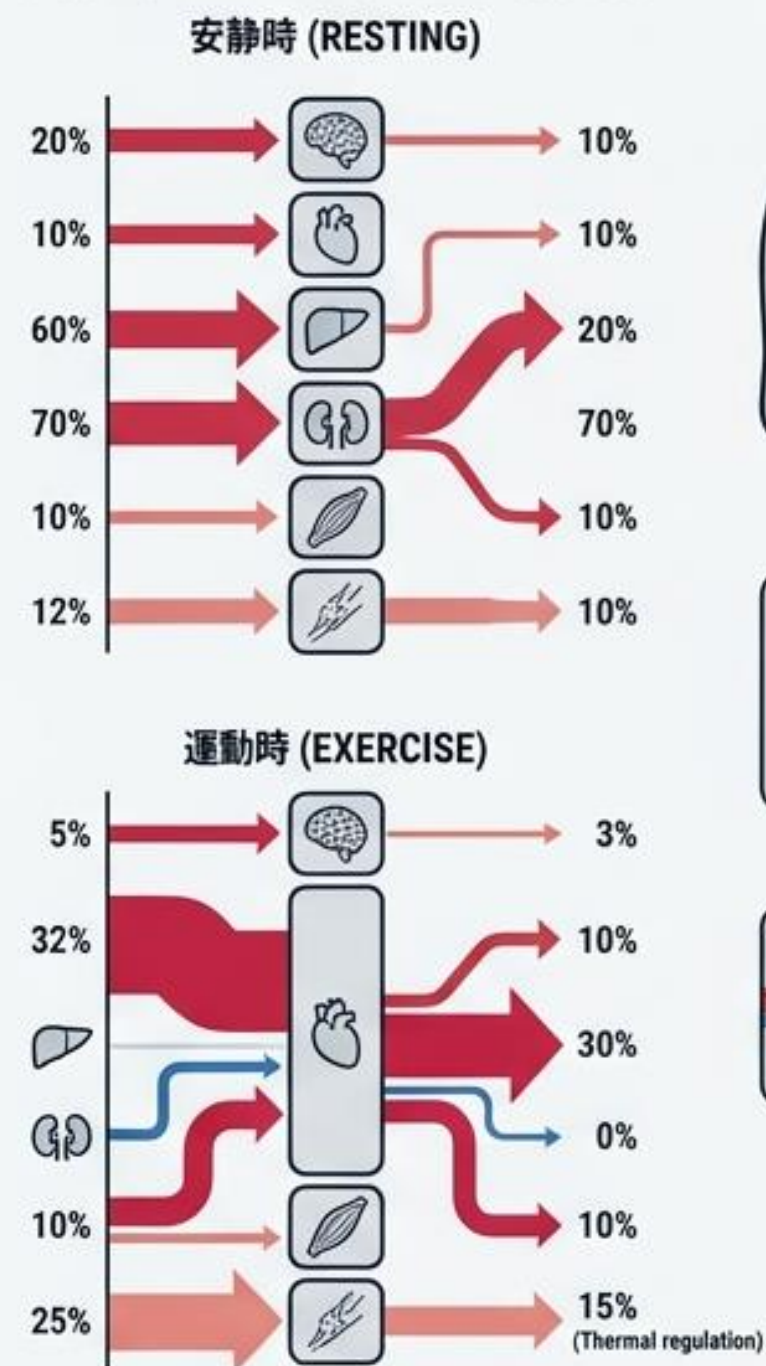


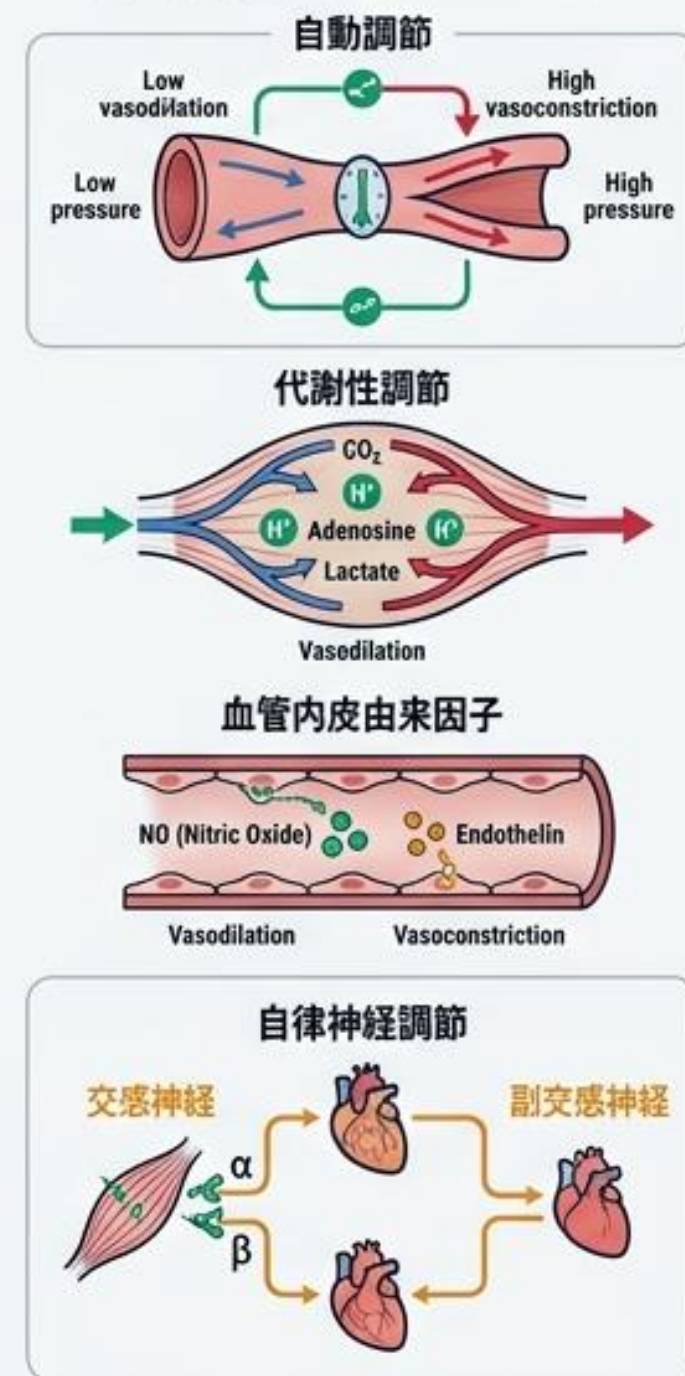
局所循環と運動時の循環調節

人体という究極の「物流システム」

安静時 vs. 運動時の血流再配分

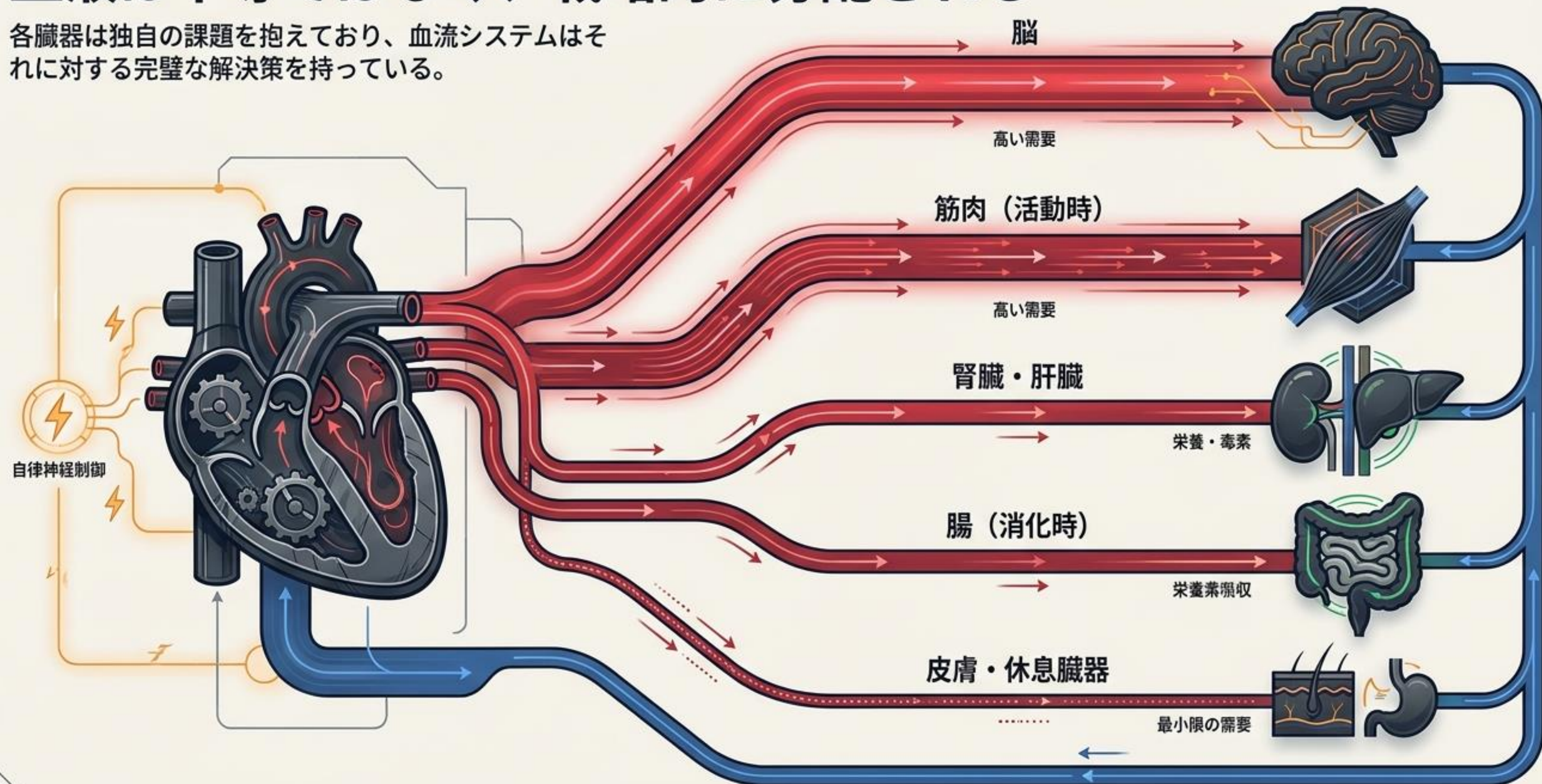


局所循環の調節メカニズム



血液は平等ではなく、戦略的に分配される

各臓器は独自の課題を抱えており、血流システムはそれに対する完璧な解決策を持っている。



【課題】 血中の毒素から神経細胞を守る

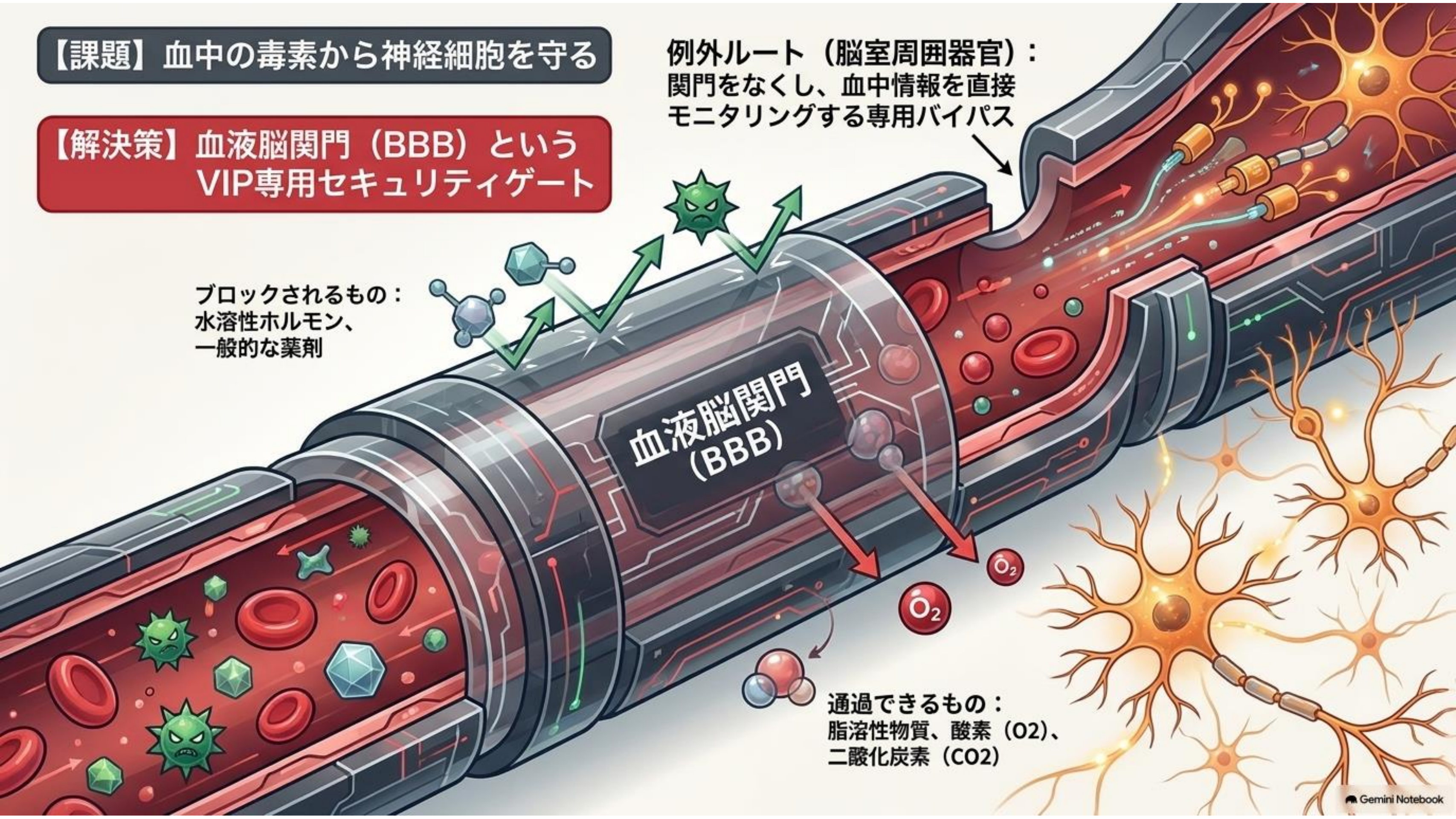
【解決策】 血液脳関門 (BBB) という
VIP専用セキュリティゲート

例外ルート (脳室周囲器官) :
関門をなくし、血中情報を直接
モニタリングする専用バイパス

ブロックされるもの :
水溶性ホルモン、
一般的な薬剤

血液脳関門
(BBB)

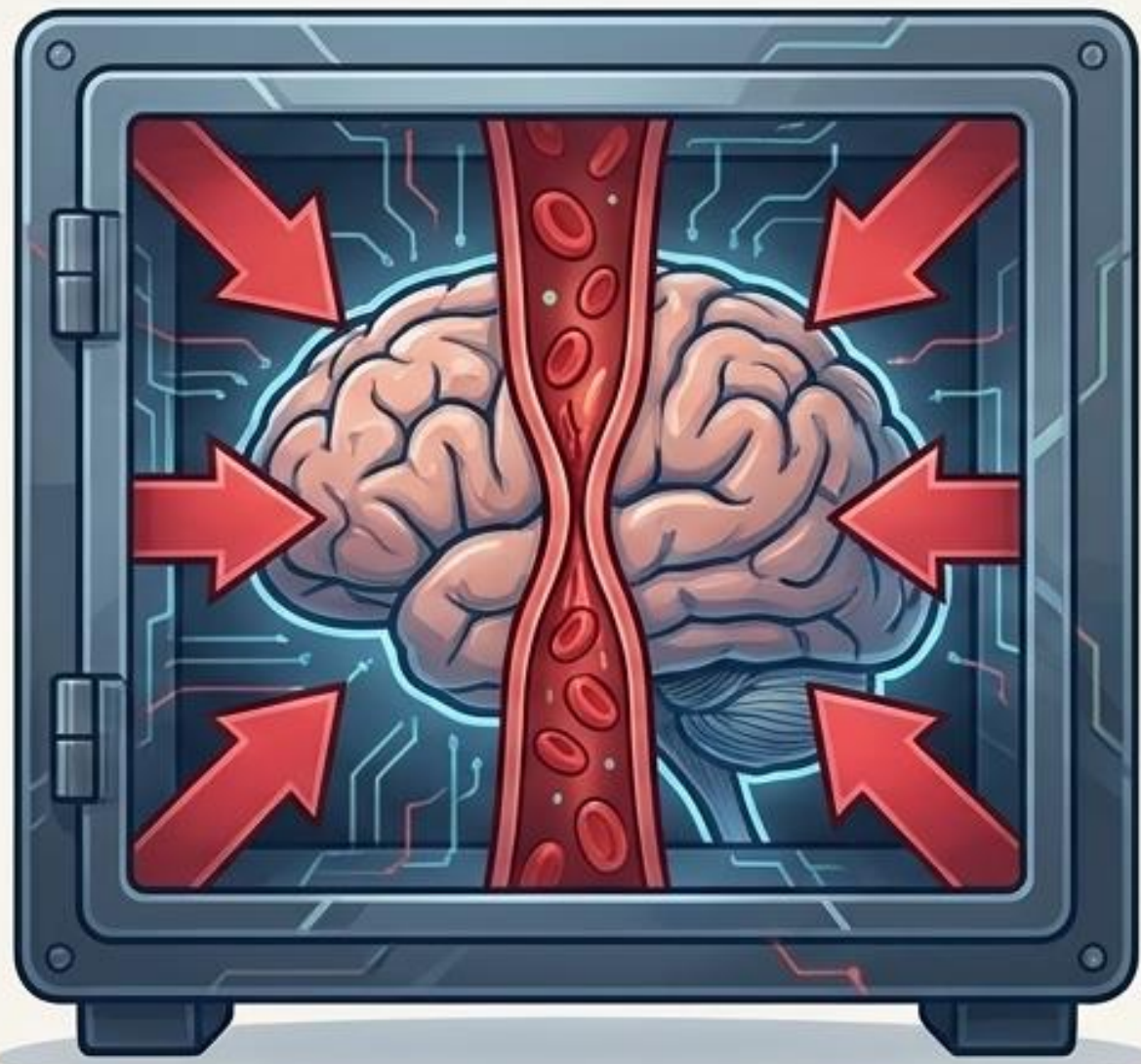
通過できるもの :
脂溶性物質、酸素 (O_2)、
二酸化炭素 (CO_2)



【課題】 閉ざされた頭蓋骨内の圧力と、局所的なエネルギー需要

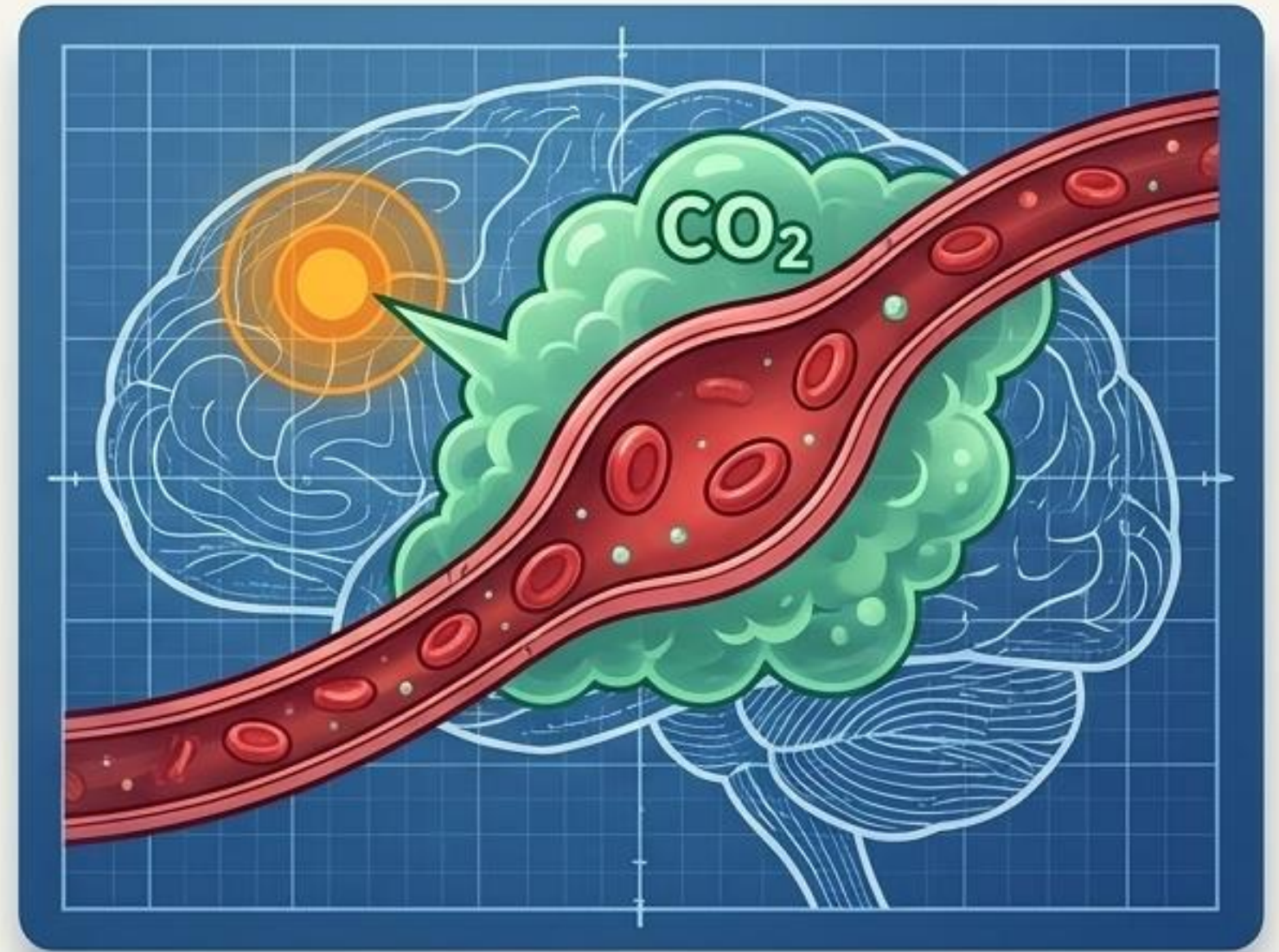
【解決策】 物理的圧迫による全体制御と、CO₂による局所ルーティング

物理的圧迫による全体制御 (The Rigid Box)



頭蓋内圧の上昇：脳全体の血管が圧迫され、血流を下げて容積を一定に保つ。

CO₂による局所ルーティング (The CO₂ Auto-router)

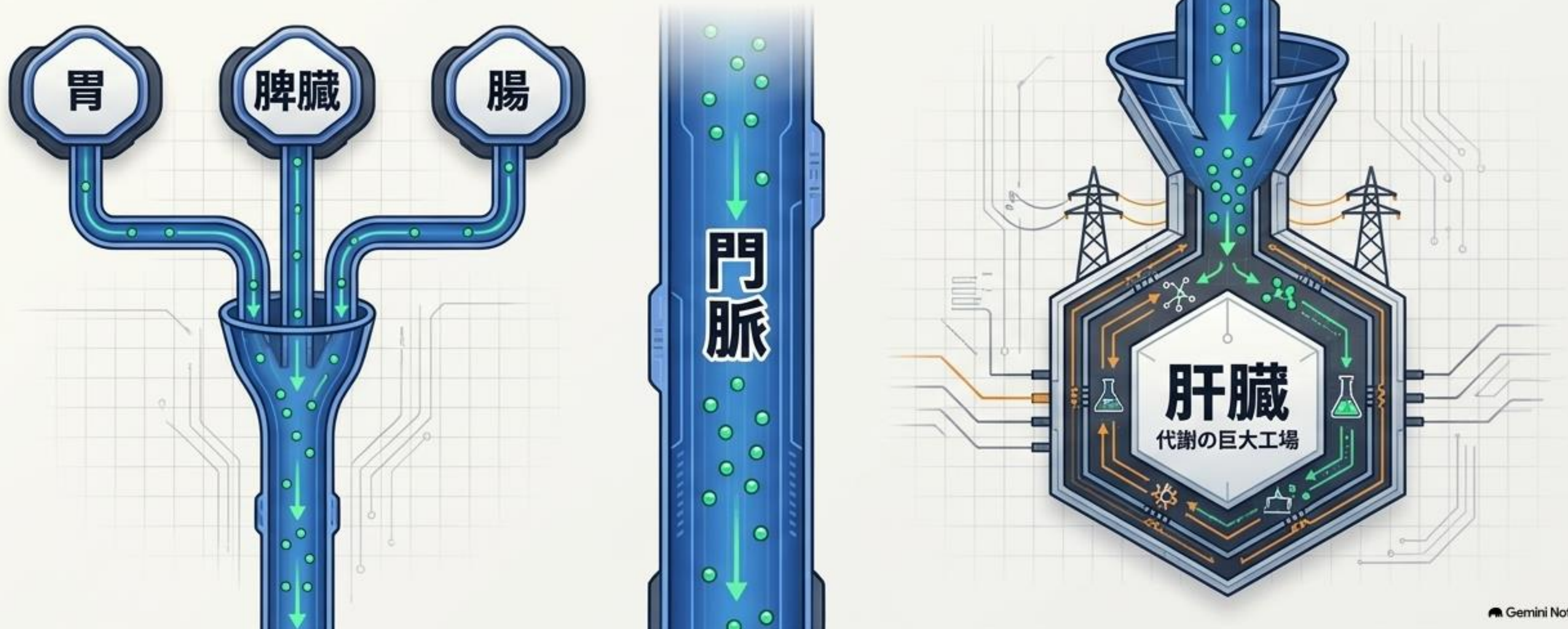


二酸化炭素 (CO₂) による調節：局所的にCO₂が増えると血管が拡張。必要な場所へピンポイントで血液を送る。

【課題】 吸収した栄養素を全身に送る前に処理・解毒する

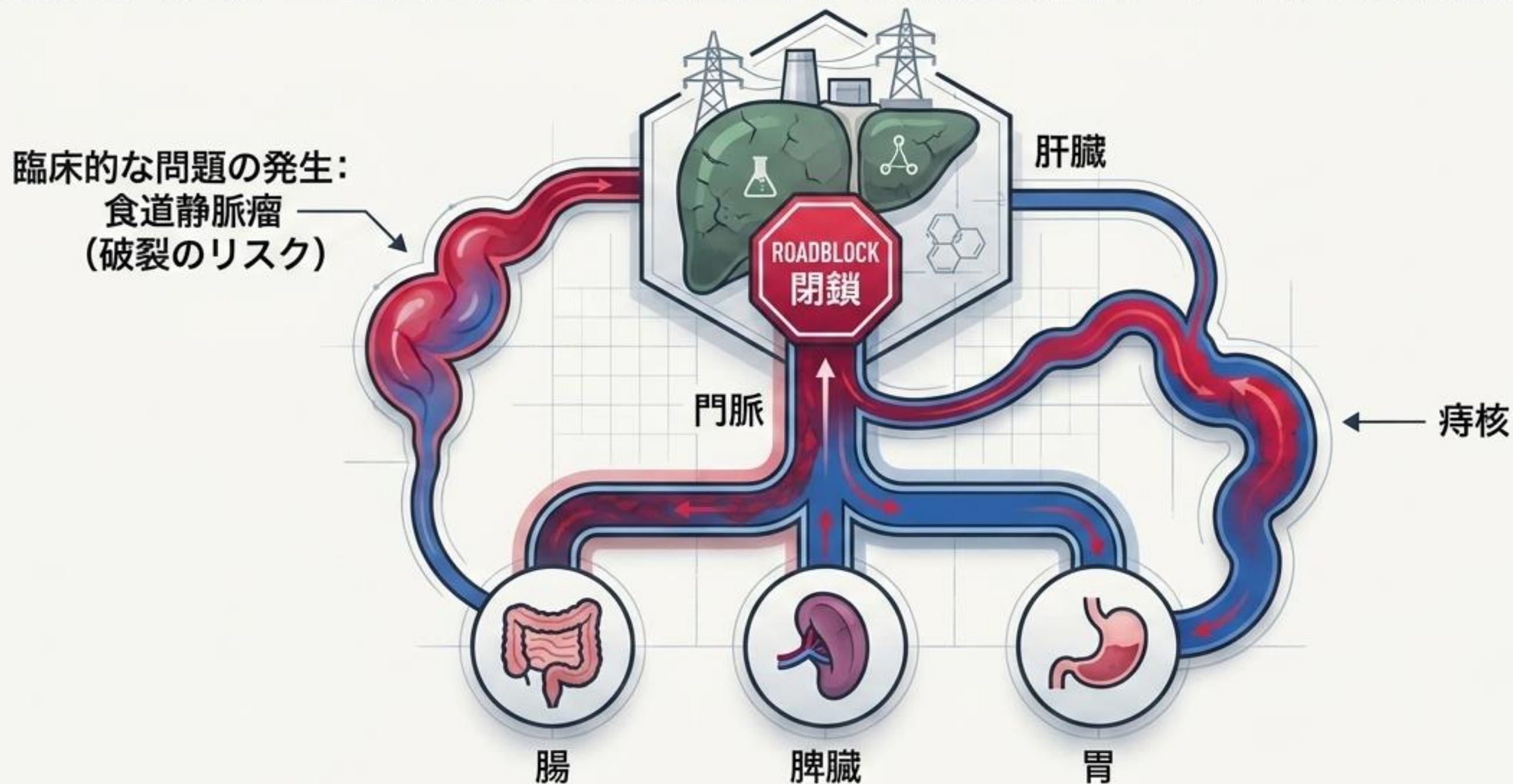
【解決策】 門脈系による消化器からの巨大な漏斗（じょうご）

消化器系臓器で吸収された物質は、一度すべて「門脈」という太いパイプに集められ、代謝の巨大工場である「肝臓」へと送り込まれる。



工場が閉鎖されると、血液は危険な「迂回路」に溢れ出す

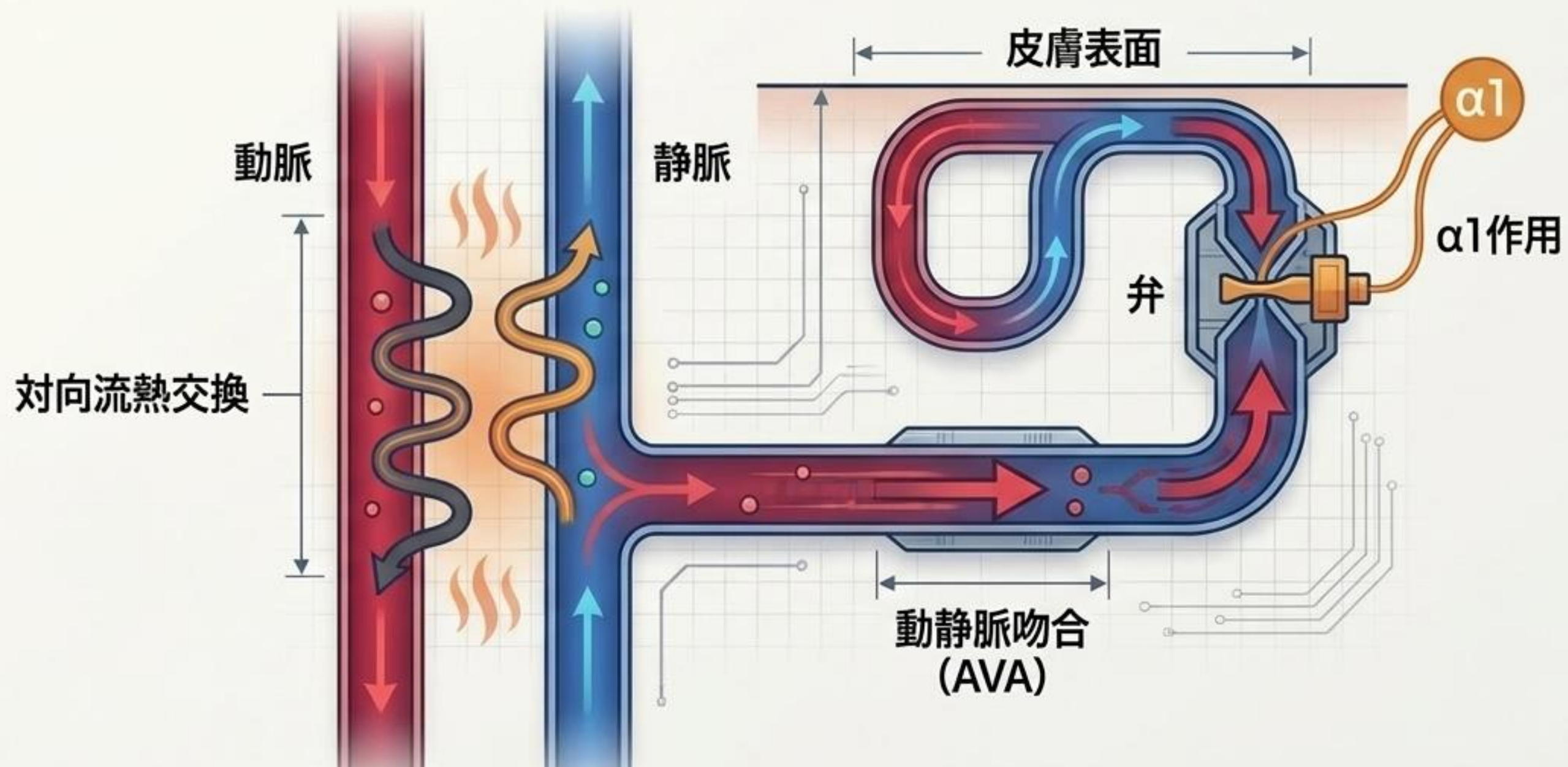
肝硬変などで肝臓への血流が滞ると、門脈を迂回する側副血行路（バイパス）が異常拡張する。



【課題】 外部環境に対する体温の維持と放散

【解決策】 対向流熱交換と動静脈吻合 (AVA) によるラジエーター機構

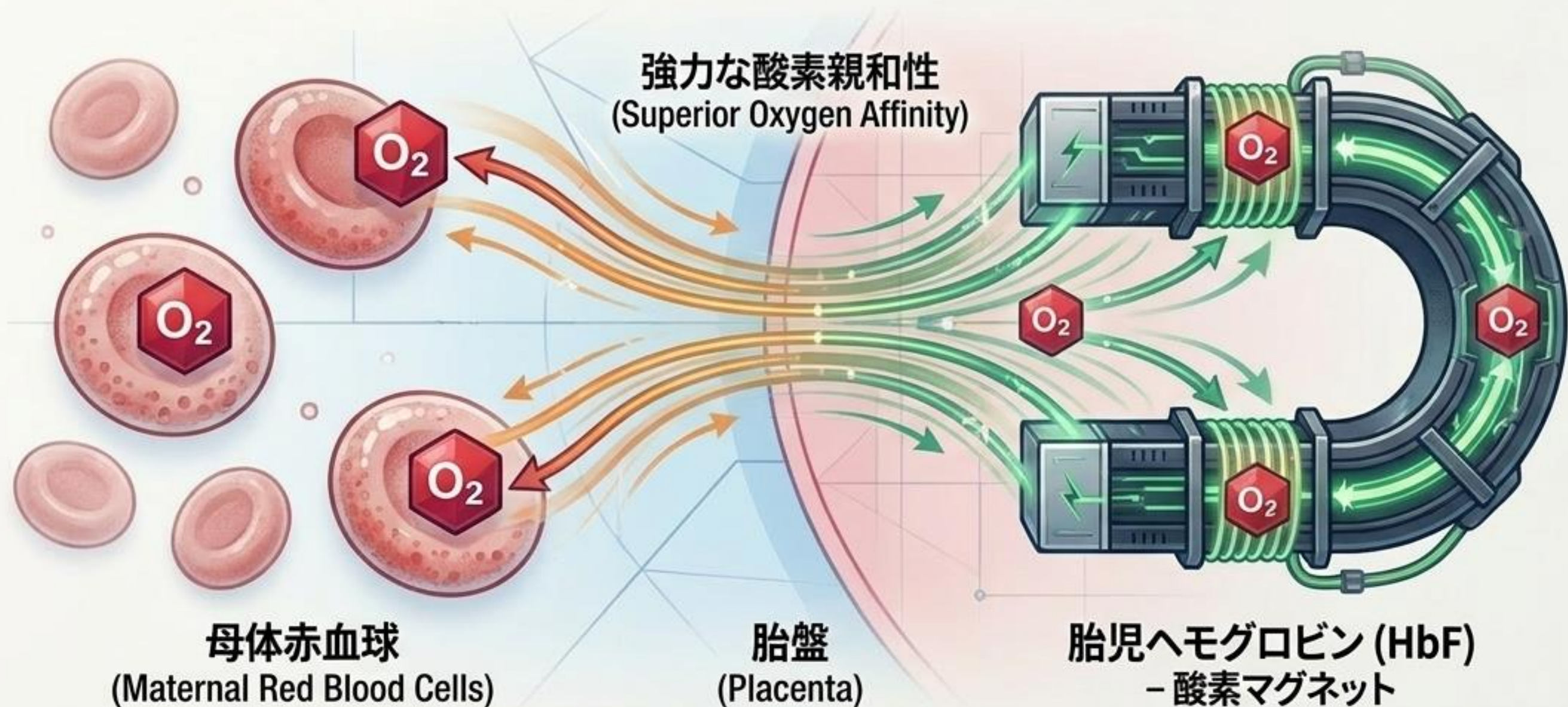
交感神経 ($\alpha 1$ 作用) が亢進すると、皮膚への血液供給を低下させ、熱を体内に閉じ込める。



【課題】 肺が機能せず、胎盤の酸素濃度も低い環境での生存

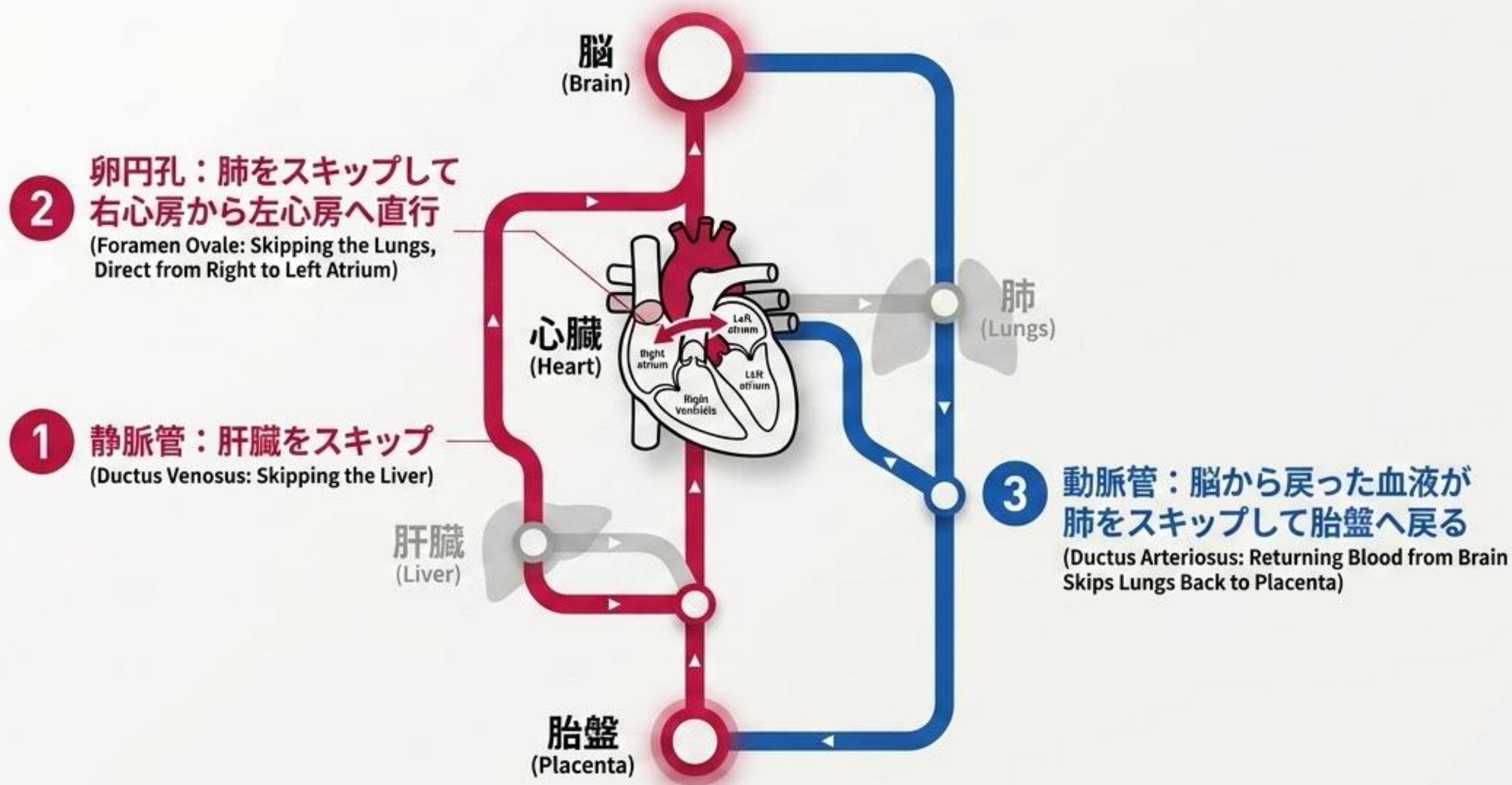
【解決策】 胎児ヘモグロビンという強力な酸素マグネット

胎盤絨毛間腔の限られた酸素を奪い取るため、胎児の血液は母体よりも酸素と結合しやすい。



酸素を最優先で脳へ届けるための「3つの特急バイパス」

臍静脈の血液は、未稼働の臓器（肝臓・肺）をスキップする。



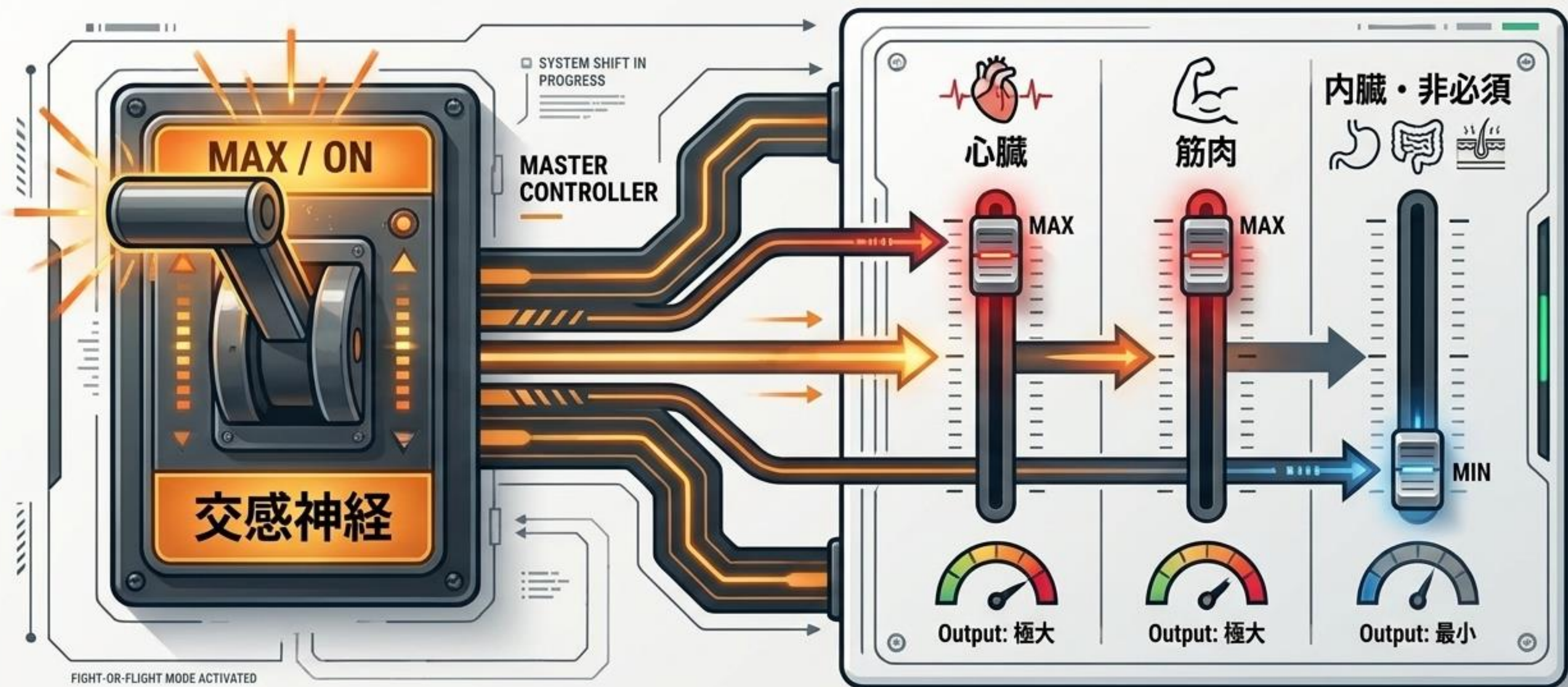
局所循環のスマート・ロジスティクス：比較マトリックス

各臓器に備わった特殊な血流制御のまとめ

臓器		主な使命	解剖学的特徴	調節機構
	脳	毒素防御と圧力制御	血液脳関門（BBB）	CO2による局所拡張
	腹腔	栄養の集約と解毒	門脈系	側副血行路による迂回
	皮膚	体温の維持と放散	動静脈吻合（AVA）	交感神経（α1）による血流制限
	胎児	低酸素環境からのO2抽出	3つのバイパス	胎児ヘモグロビンの強い親和性

運動時の全身シフト：交感神経というマスターコントローラー

運動が始まると、人体は平時のロジスティクスから、緊急時の「筋肉ファースト」なロジスティクスへと瞬時にシステムを切り替える。

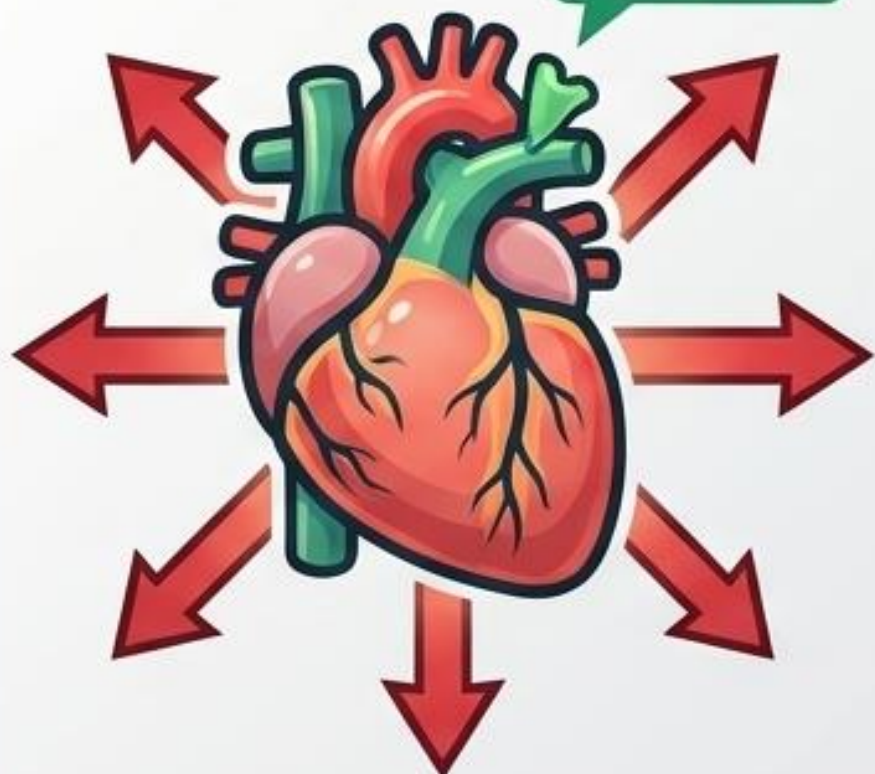


受容体による信号の振り分け

同じ交感神経の興奮でも、臓器側の受容体の違いにより逆の血流変化が起こる。

心臓
($\beta 1$ 作用)

$\beta 1$ 受容体



ポンプの出力を最大化

骨格筋・肝臓
($\beta 2$ 作用+アドレナリン)



血管を拡張し血流を激増。
肝臓から血糖放出。

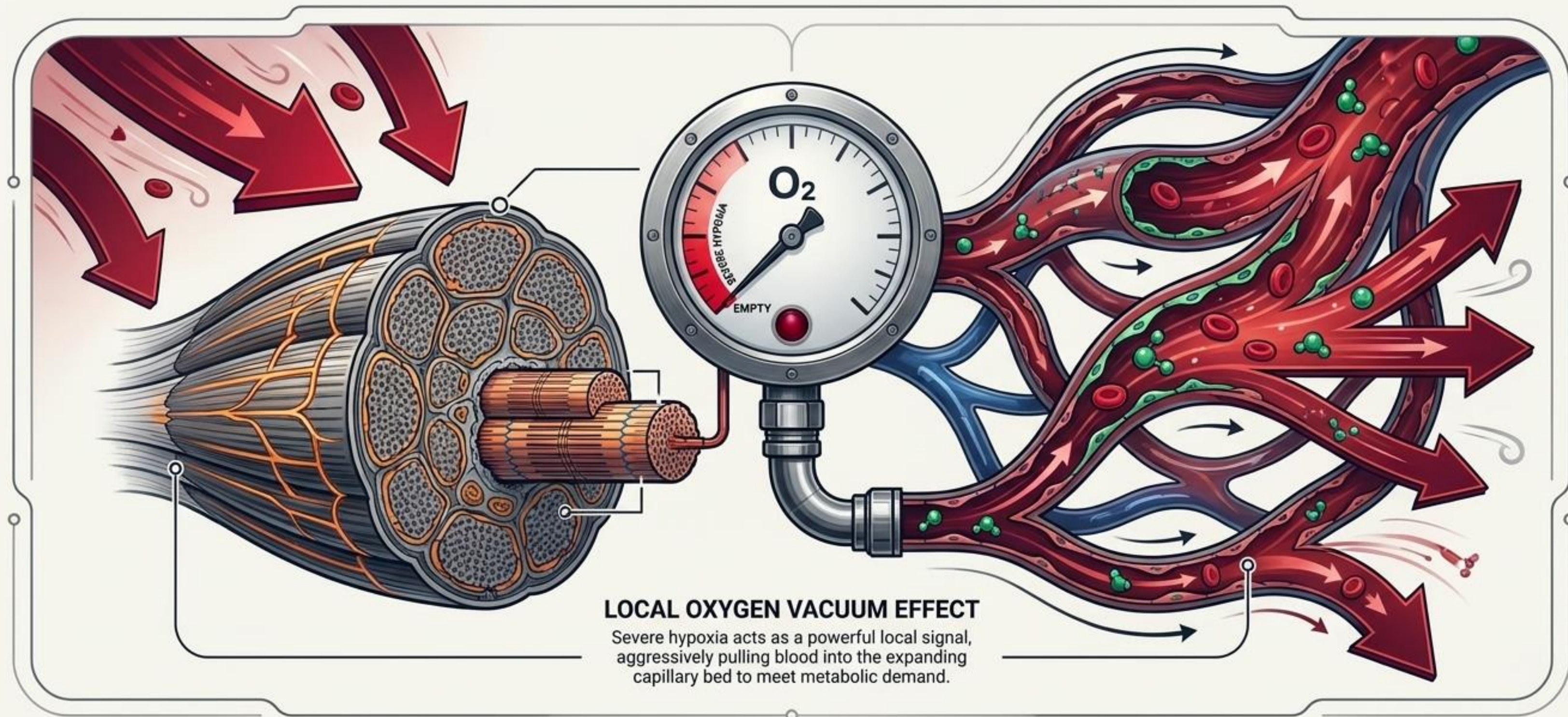
非必須臓器
($\alpha 1$ 作用)



消化器などの血管を収縮し、
血流を制限。

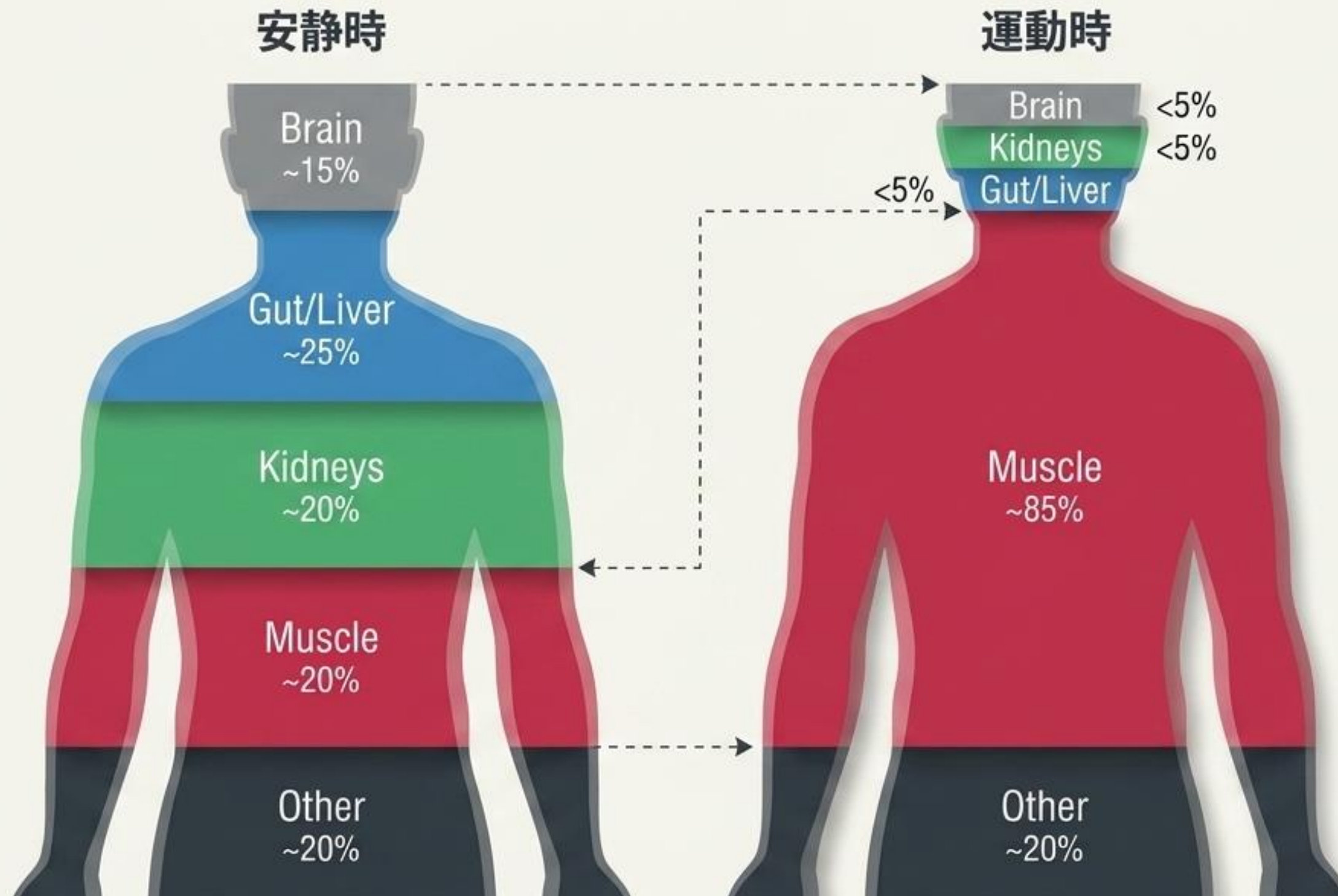
骨格筋の局所調節：需要が直接サプライチェーンを動かす

全身からの血流押し上げに加え、筋肉自体が酸素不足を感知して局所的に血管を開き、血液を引き込む。



運動時における血液の大移動

安静時と運動時における骨格筋への血液量供給の劇的な差。人体は、限られたリソースを必要な瞬間に一点集中させる。



人体は、完璧に計算された自律型ロジスティクスである。

局所循環における緻密な防衛と、運動時におけるダイナミックなリソースの大移動。

環境の変化に対して生命を維持するための、美しく理にかなった設計図。

