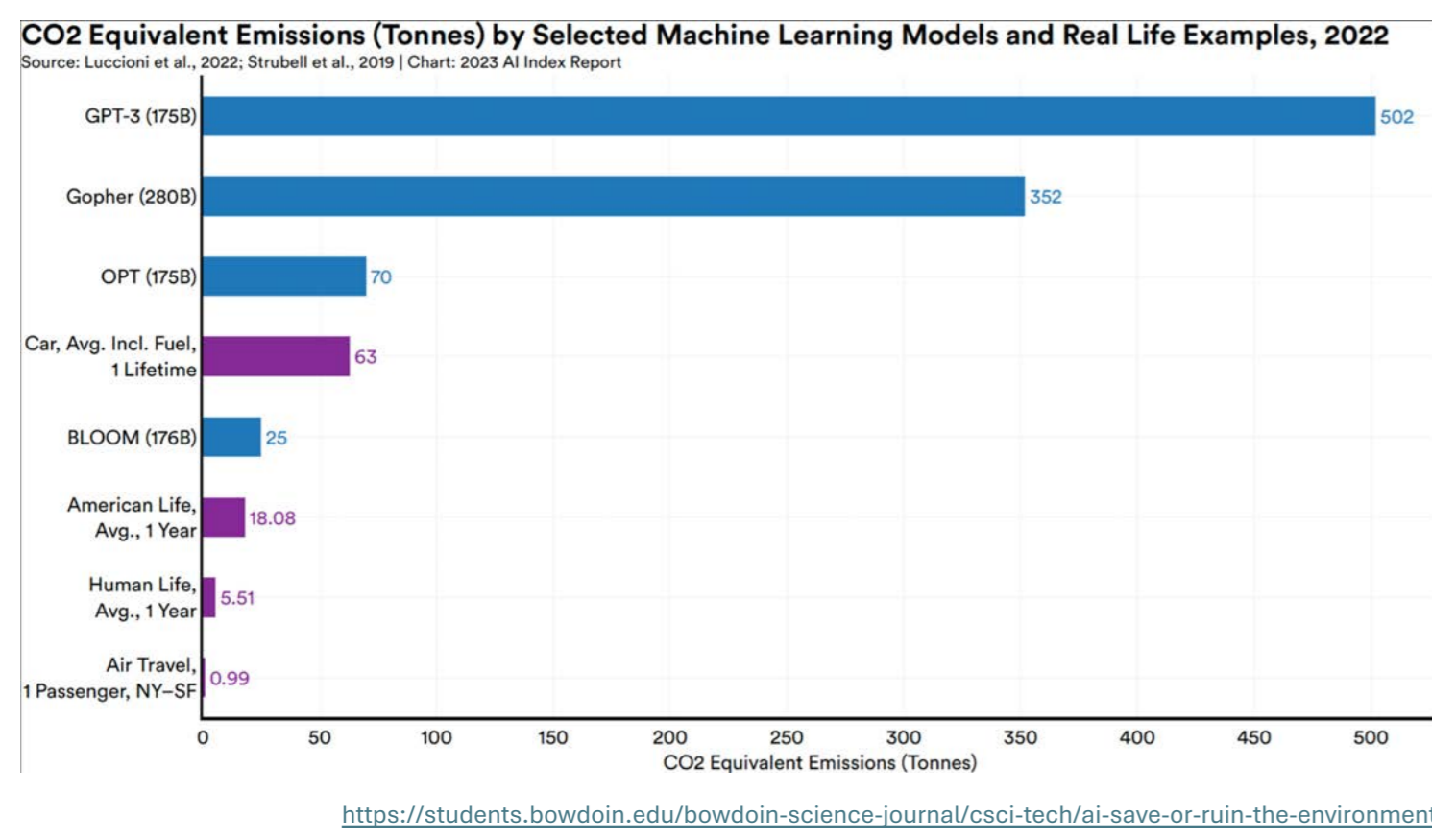


スパイクニューラルネットに基づく高精度かつ低消費電力な脳型AI

造形学部 スマートデザイン学科 澤田 好秀

AIのCO2排出量は平均的な家庭の41年分

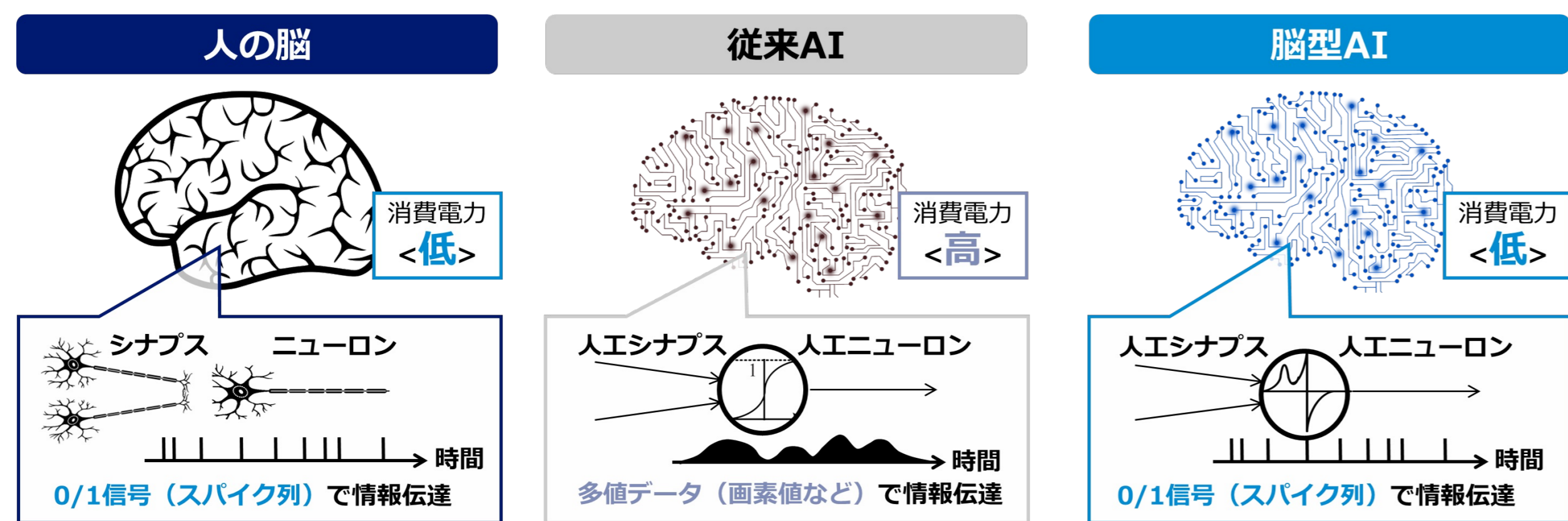
- 原子力発電1基を1時間以上フルにまわした電力量を上回る
 - 2022年時点なので現状はさらに消費量が増えている
- Tech企業は電力を補うために原発に着手



企業	調達開始	概要
メタ	2027年から	電力大手と20年間の購入契約。最大400万キロワットの調達目標も
アマゾン	2032年までに	192万キロワットの調達契約。39年までに小型原発で500万キロワット分の開発を目指す
グーグル	30年までに	小型原発の米新設との契約で50万キロワット調達。35年までに別の原発企業と3カ所で計180万キロワット
マイクロソフト	28年に再稼働	スリーマイル島の原発から電力調達

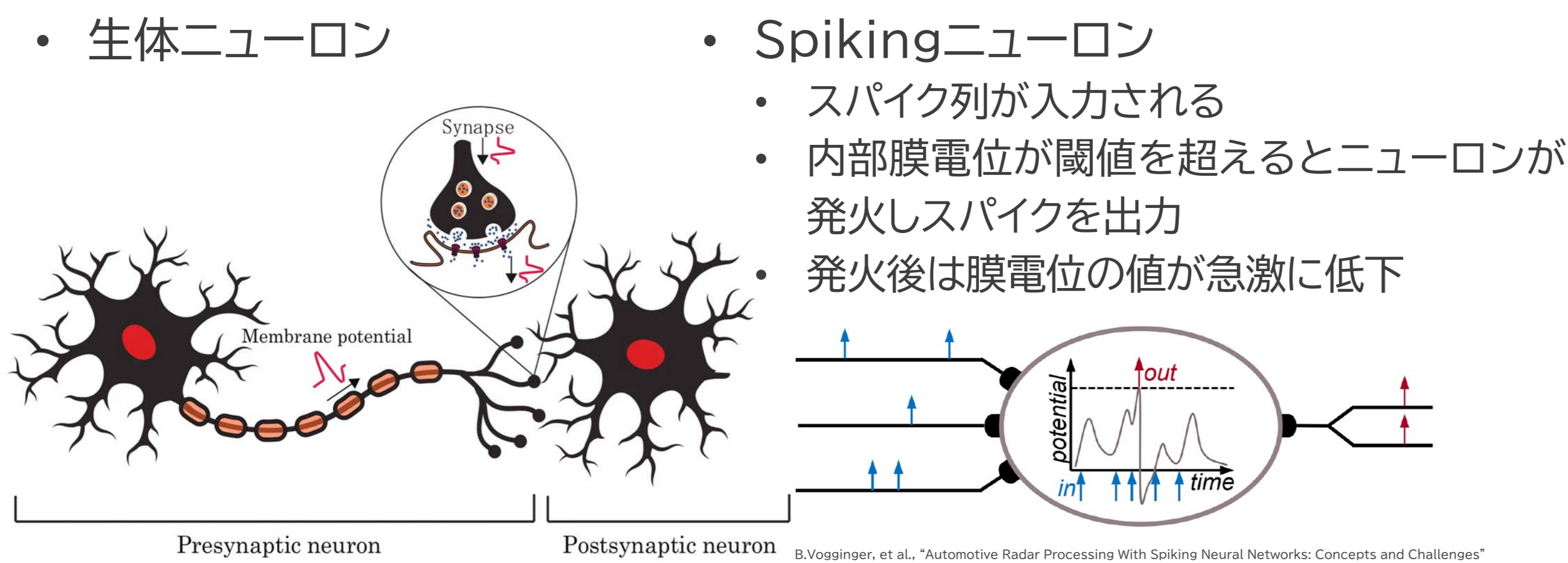
なぜこんなにも電力を消費するのか？

- AIは人の脳を模した人工物
- 人の脳の消費電力は20[Wh]程度
- 人の脳のように0/1信号で処理すれば消費電力が下がるはず



脳型AI(SNN)

- スパイク列と呼ばれる0/1の時系列信号で動作
- 現在のAIよりも人間に近いニューロン関数
- 人のように低消費で駆動可能
- 専用のチップと組み合わせ、非同期処理が実現できる
 - 更なる低電力化



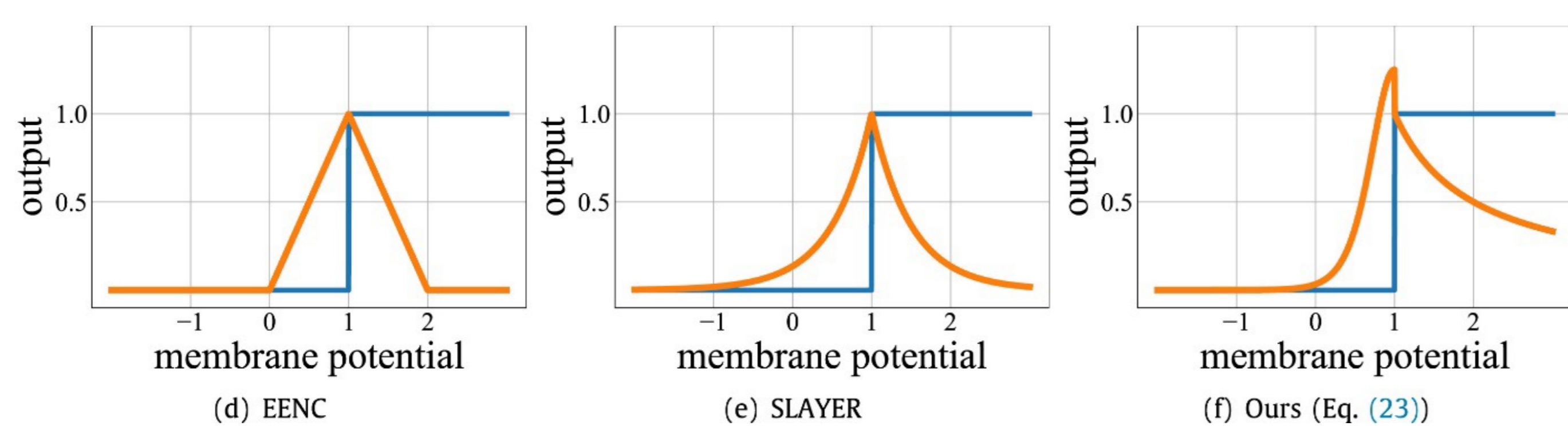
バイナリ信号でなぜ省電力になるか

- 乗算演算を含まない加算演算のみで計算できるため
 - 加算のみの場合、約1/5
 - 発火した箇所のみ処理すれば出力が得られる=非同期処理
 - 更なる省電力化を実現可能
 - 専用チップが必須
 - なくても恩恵は受けられる

	32bit floatの消費エネルギー
MAC演算(x, +)	4.6[pJ]
加算演算(+)	0.9[pJ]

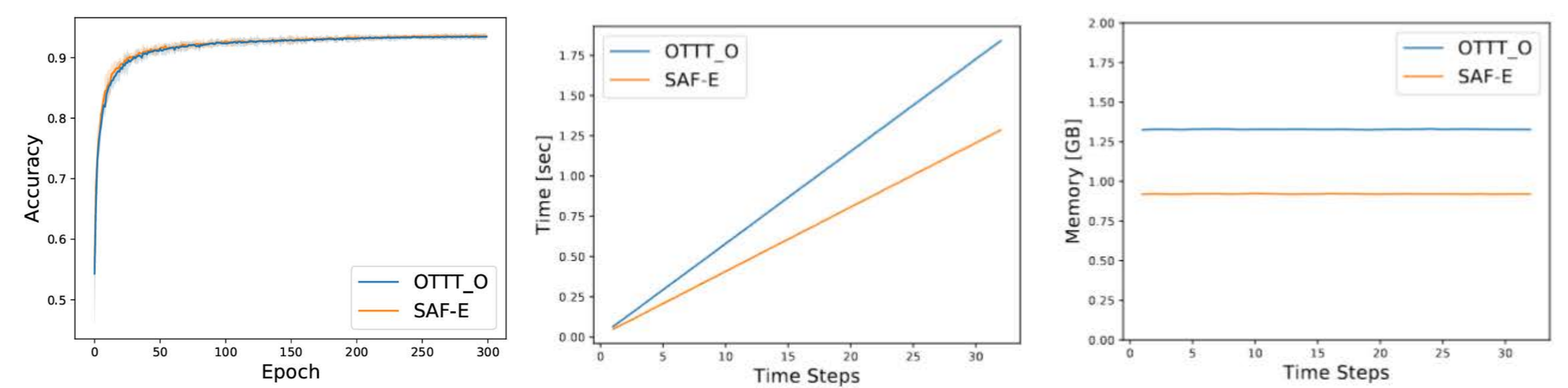
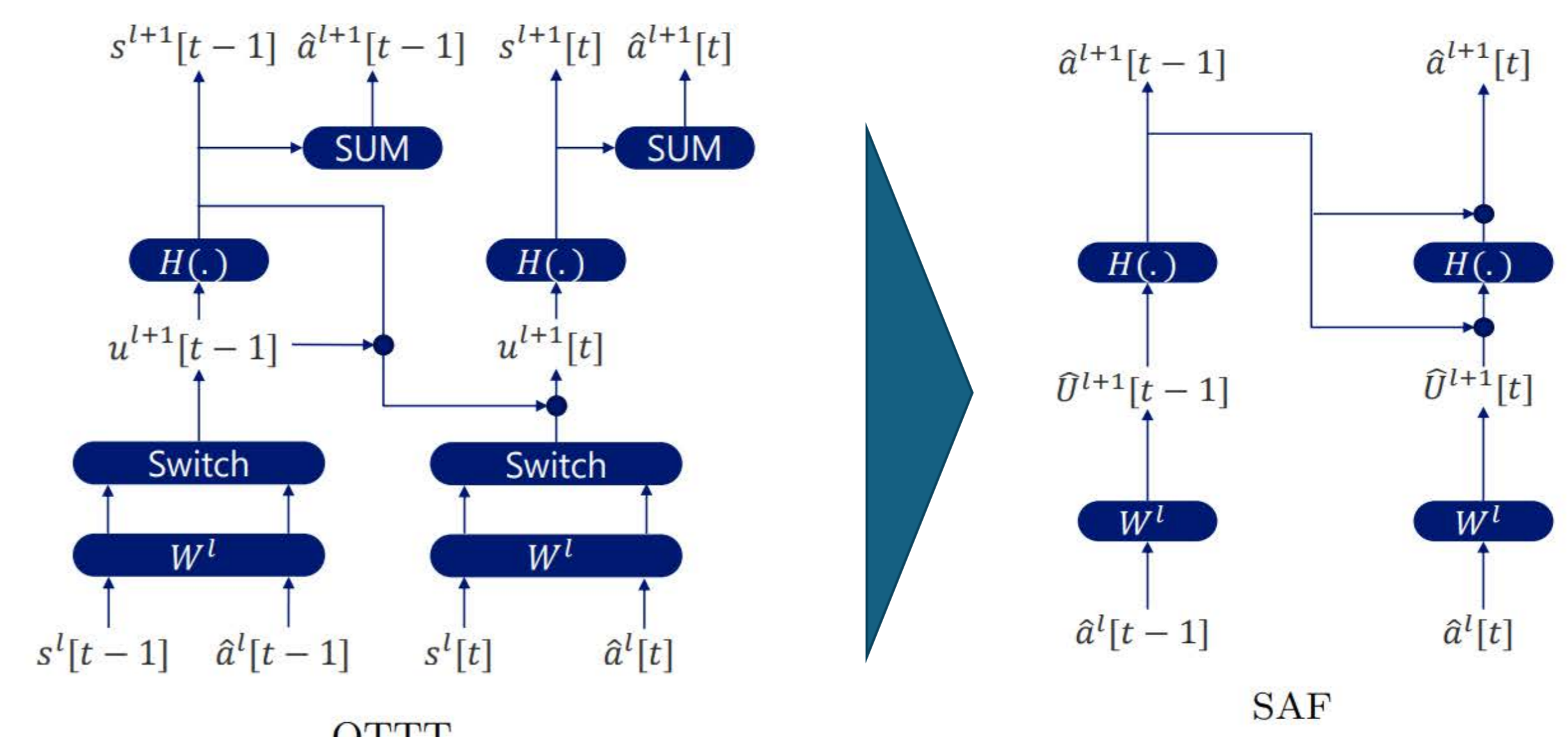
どのように学習するのか【Neural Networks, 2023】

- 通常のニューラルネットと異なり単純には微分不可
 - バイナリ信号処理は微分できない
 - 疑似的に微分関数を定義して誤差逆伝播を実施



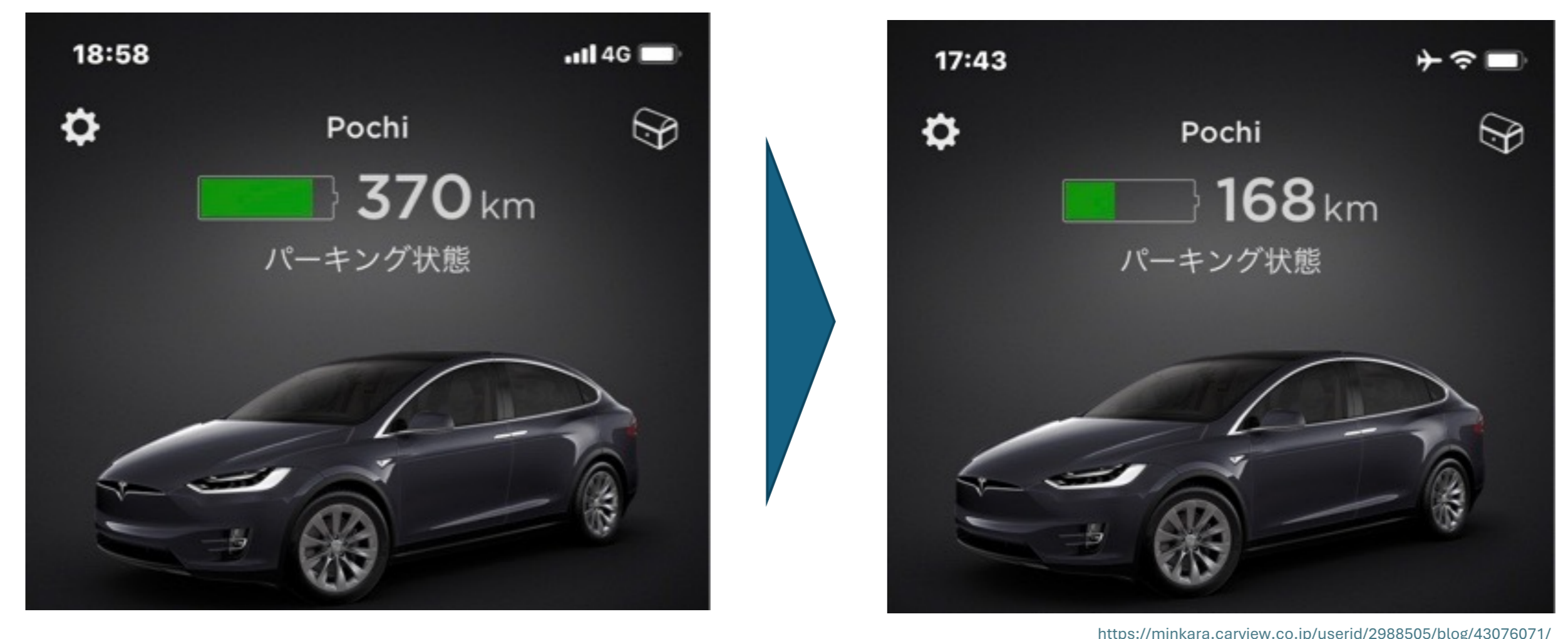
SNNのネットワーク構造の簡易化【TMLR, 2024】

- SNNは時系列情報を取り扱うため、ネットワーク構造が複雑化しやすい
 - それにより、メモリ使用量や学習時間が増加
 - 同一結果を出力できるモデル構造を理論的に導出
 - 精度を損なわずに学習時間およびメモリの節約を実現



SNNの応用【MIRU, 2023】

- 消費電力を抑えた物体認識
 - テスラのセンチリーモード(周辺監視システム)
 - 常に周辺をカメラで監視するため、消費電力が高く、すぐにバッテリーが枯渇



- イベントカメラ
 - 動きがあった場合のみ値を出力する特殊なカメラ
 - 値はバイナリ信号
 - 動きがない(=停止)場合、何も出力されない
 - 暗でも動いている物体を認識することが可能

