
軽量ウェアラブルデバイスのための 新センシングフレームワーク

大阪大学 工学研究科
電気電子情報工学専攻
講師 兼本大輔

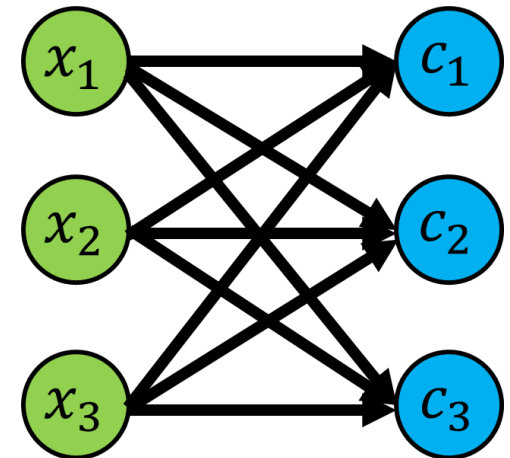
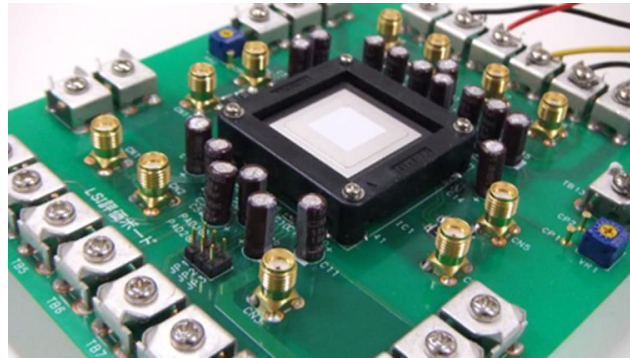
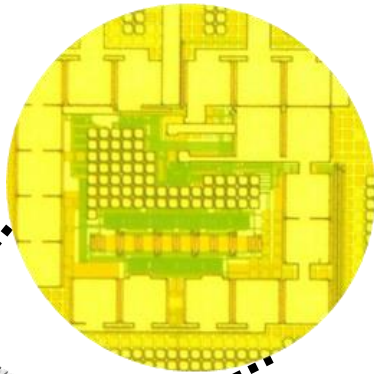
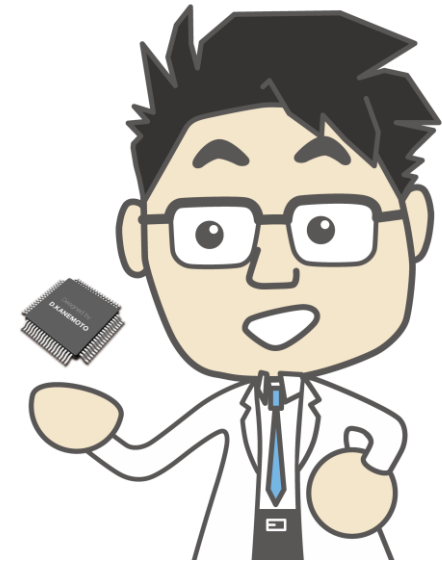
兼本大輔(かねもとだいすけ)

経歴

九州大学・山梨大学・スタンフォード大学を経て
現在, 大阪大学講師として勤務

研究対象

集積回路設計・システム設計・信号処理



回路から信号処理までを工夫し, システムの低消費電力化を目指す

ウェアラブルデバイス・モバイル機器



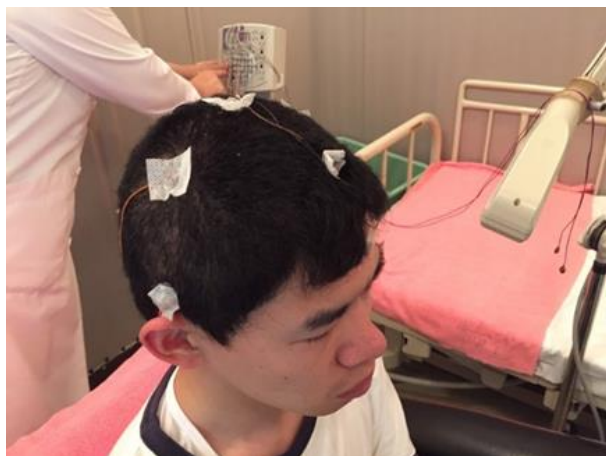
小型・軽量化が求められる

→ バッテリーの小型化(低消費電力化)が有効

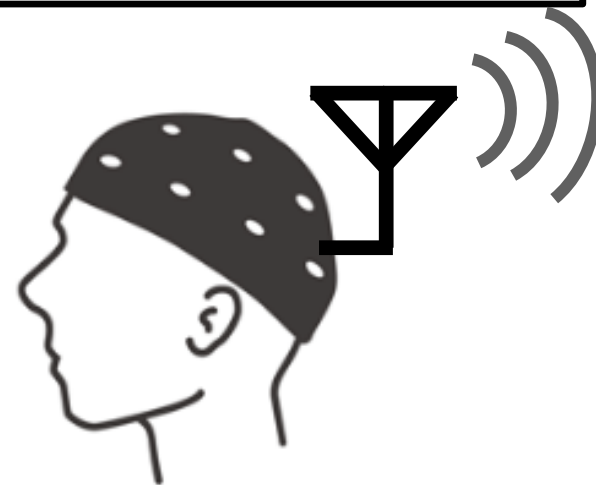
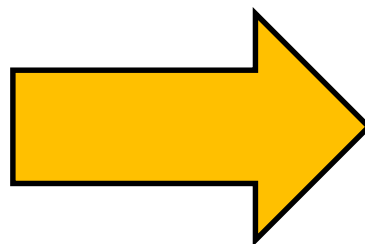
脳波を対象とした研究

- 集中度の計測
- 睡眠状態の把握
- 認知症の早期発見
- 快や不快の判定
- 精神疾患

等



有線

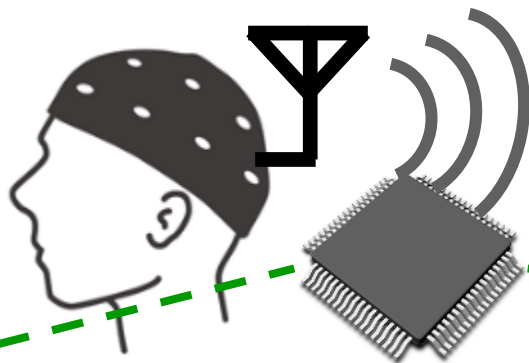


無線

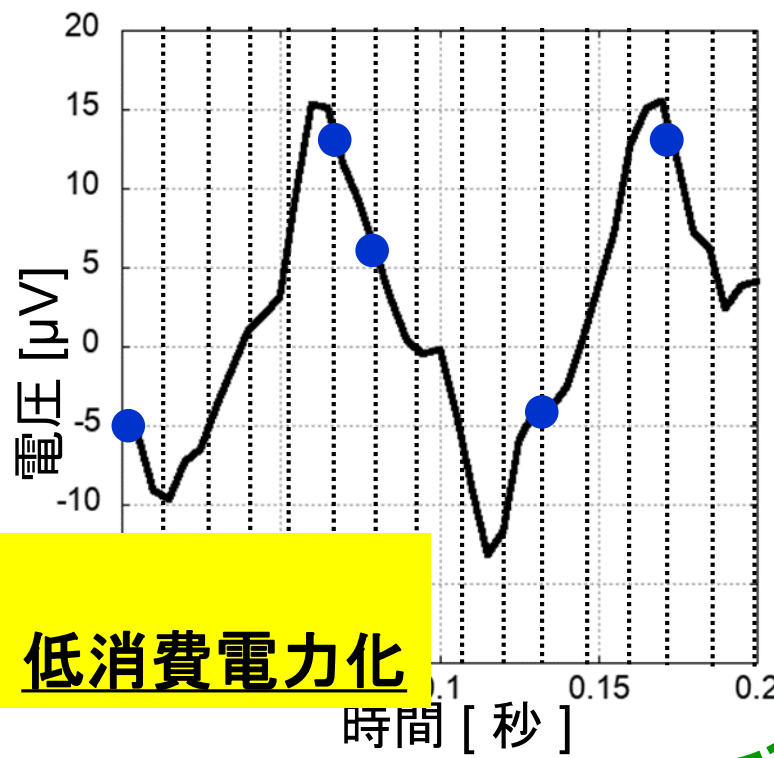
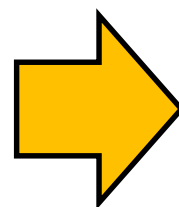
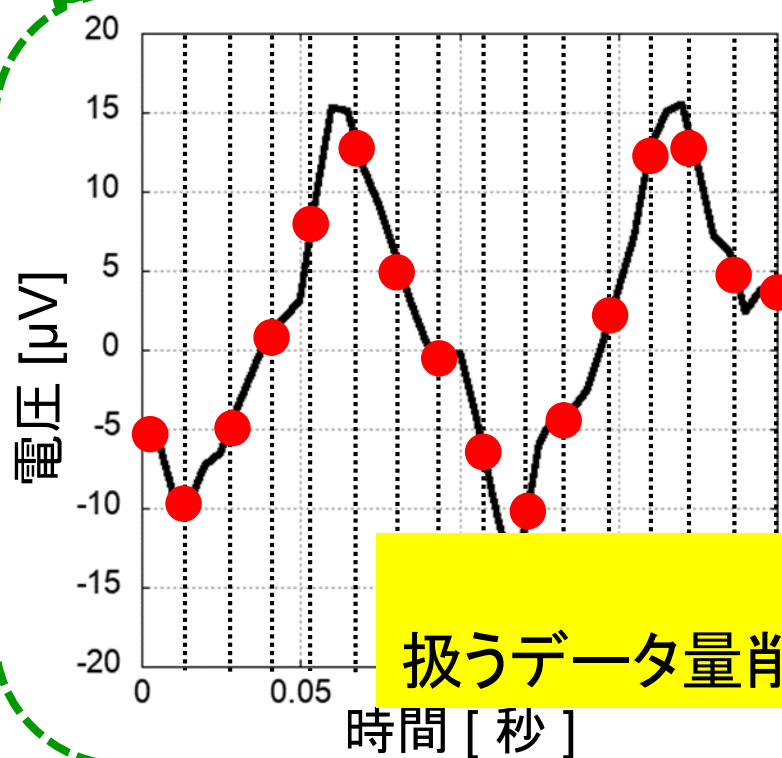
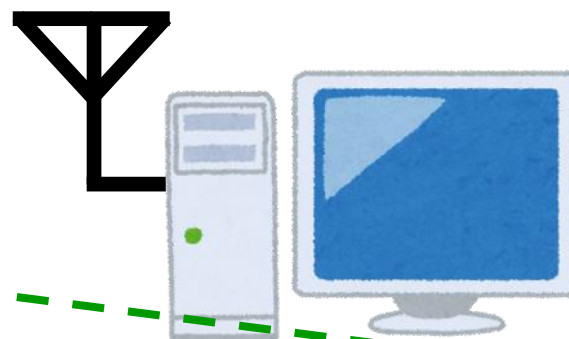
脳波計の無線化 → 低消費電力動作が必要

圧縮センシングを活用したシステム

センシングユニット



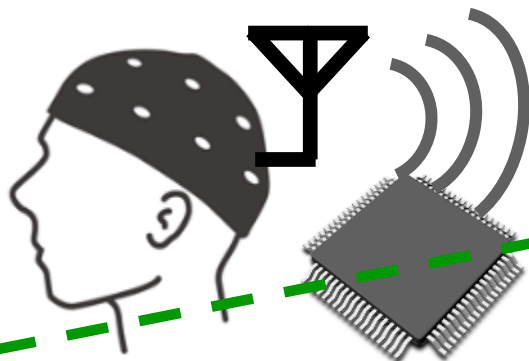
データプロセッシングユニット



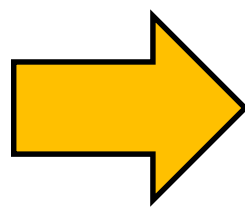
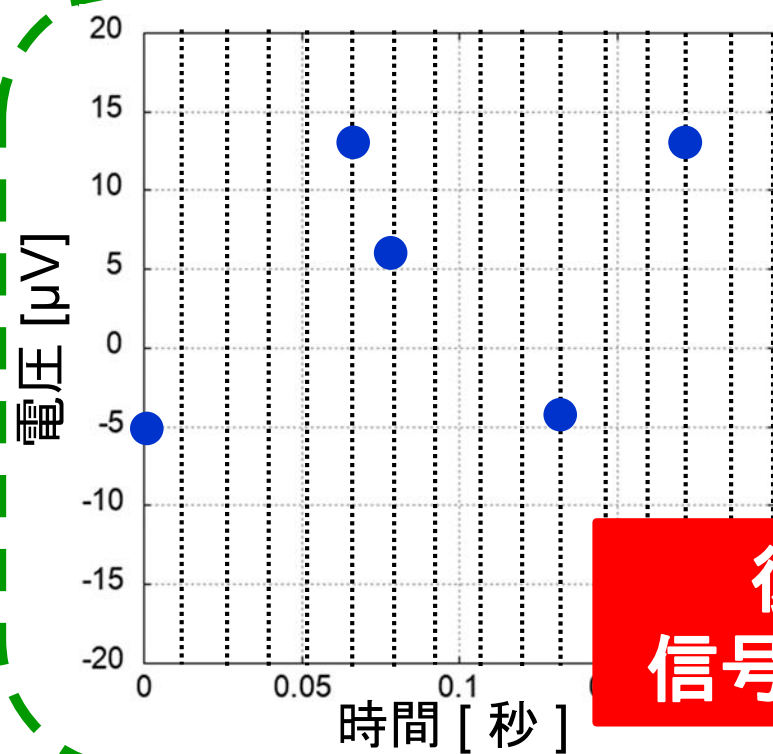
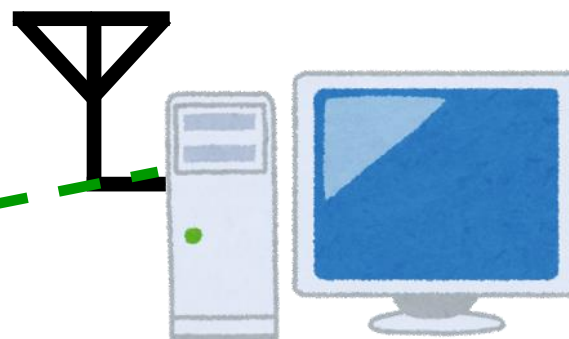
間引き
扱うデータ量削減 → 低消費電力化

圧縮センシングを活用したシステム

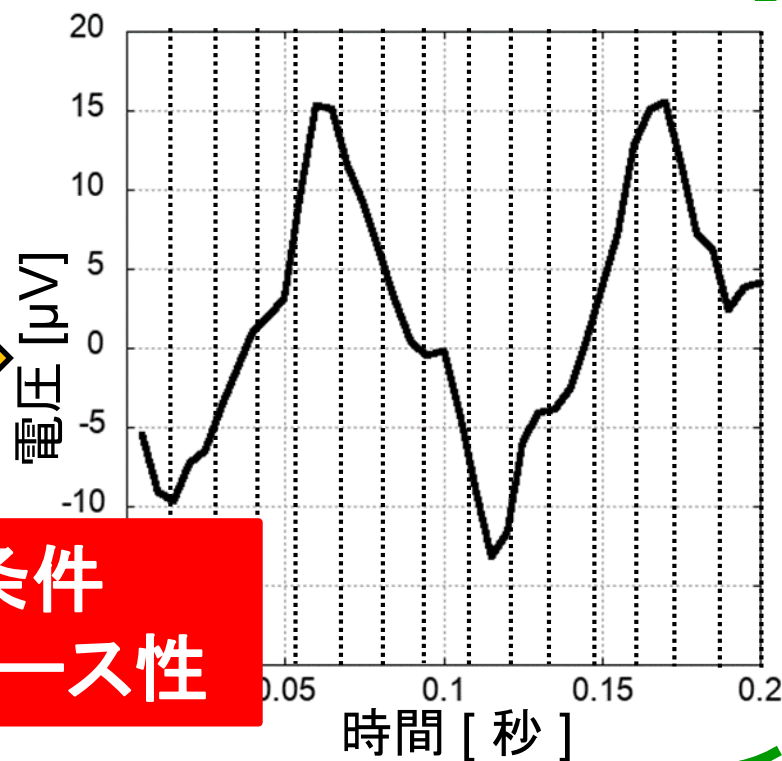
センシングユニット

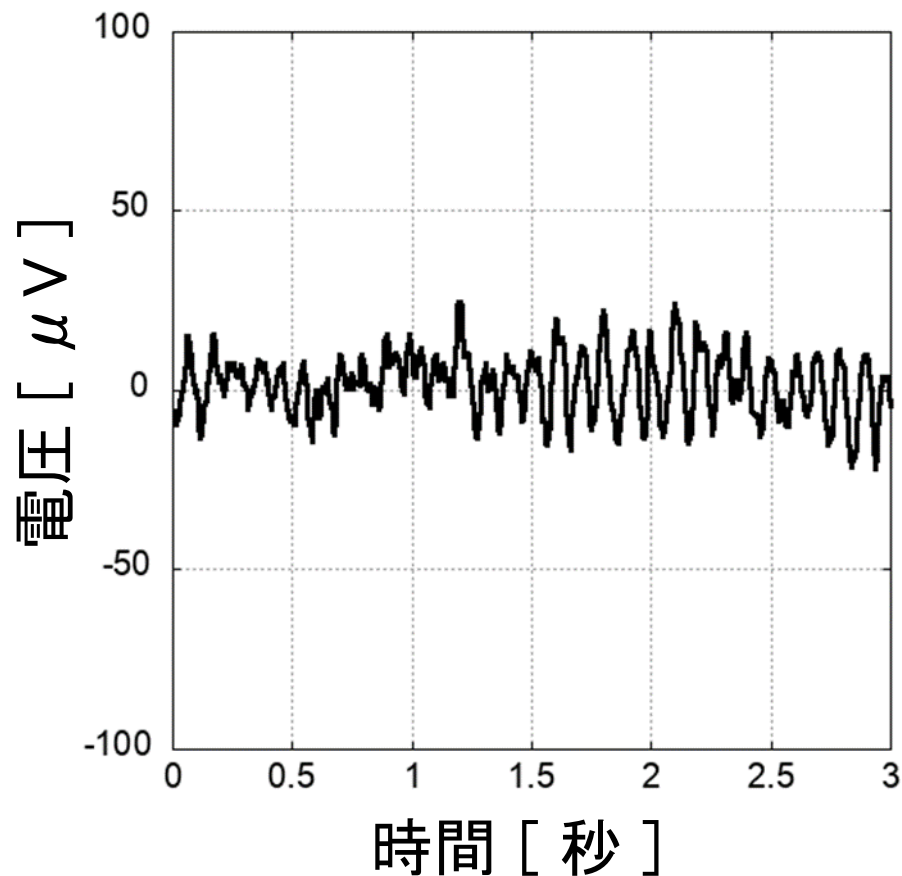


データプロセッシングユニット

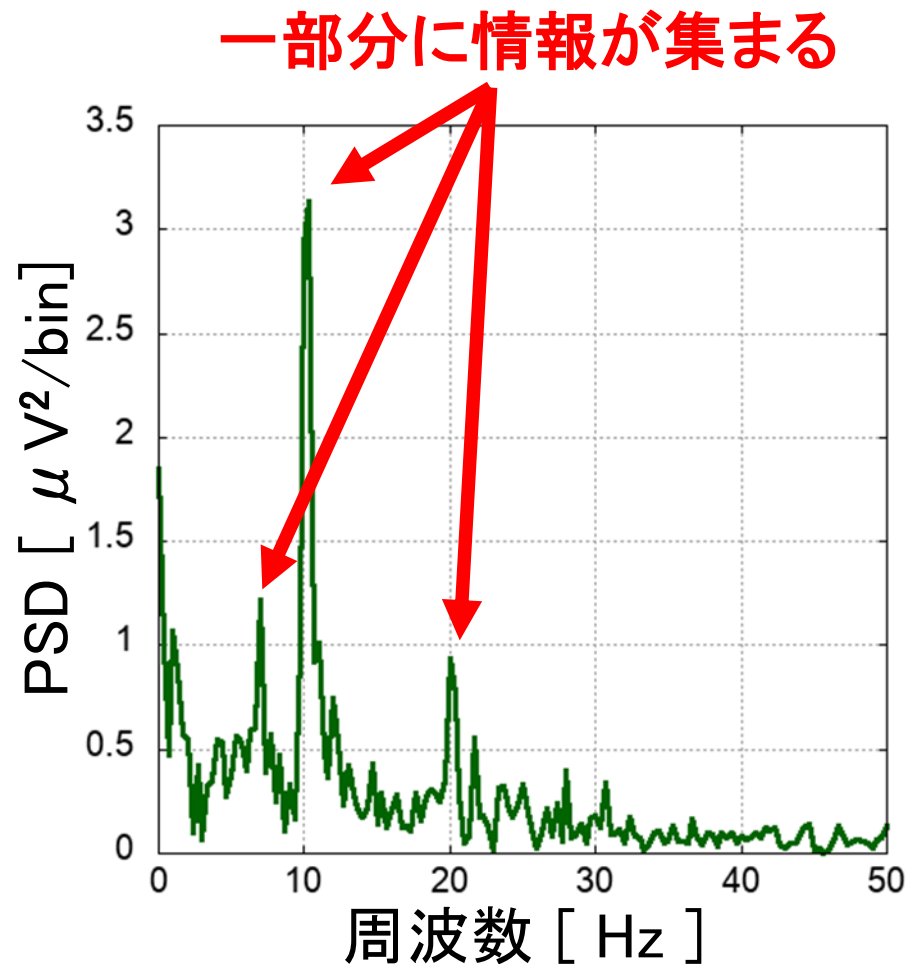


復元の条件
信号のスプース性





脳波信号(時間領域)

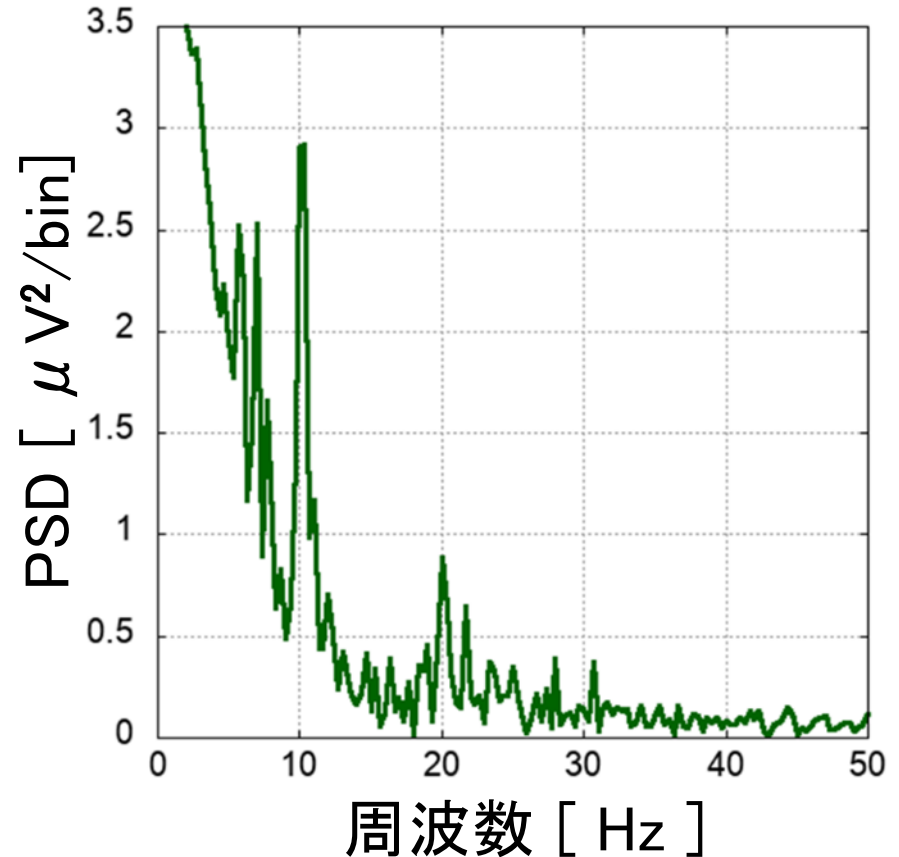
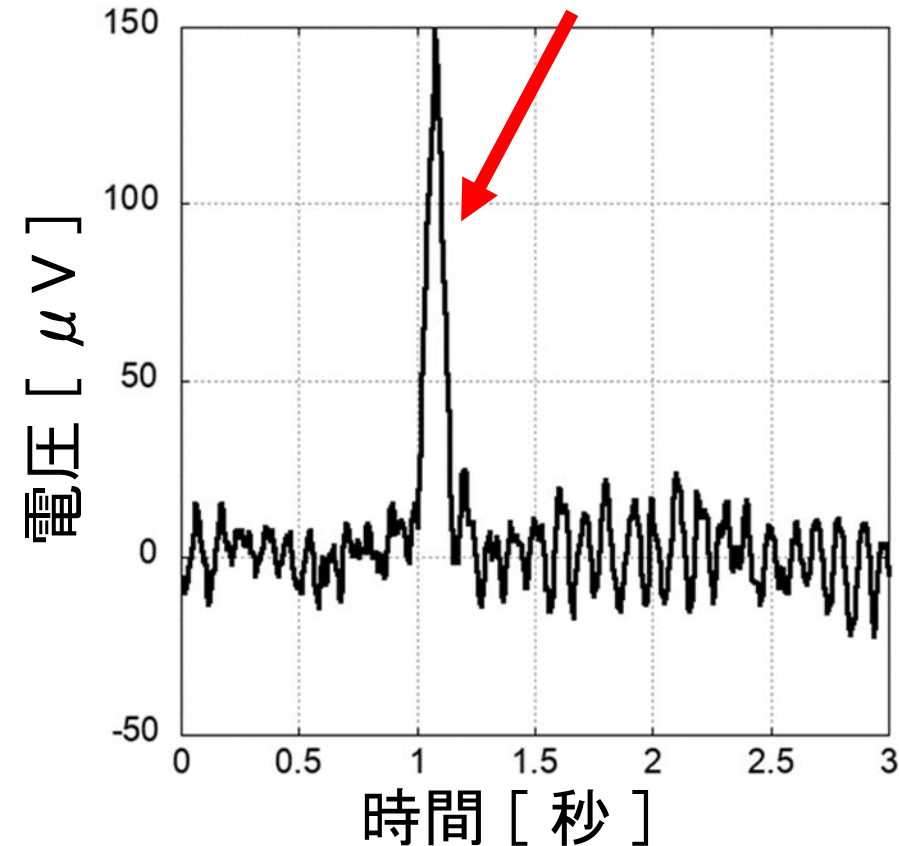


脳波信号(周波数領域)

瞬目アーチファクト(外乱)混入例

瞬目アーチファクト
(瞬きにより混入)

スパース性が低下



脳波信号(時間領域)

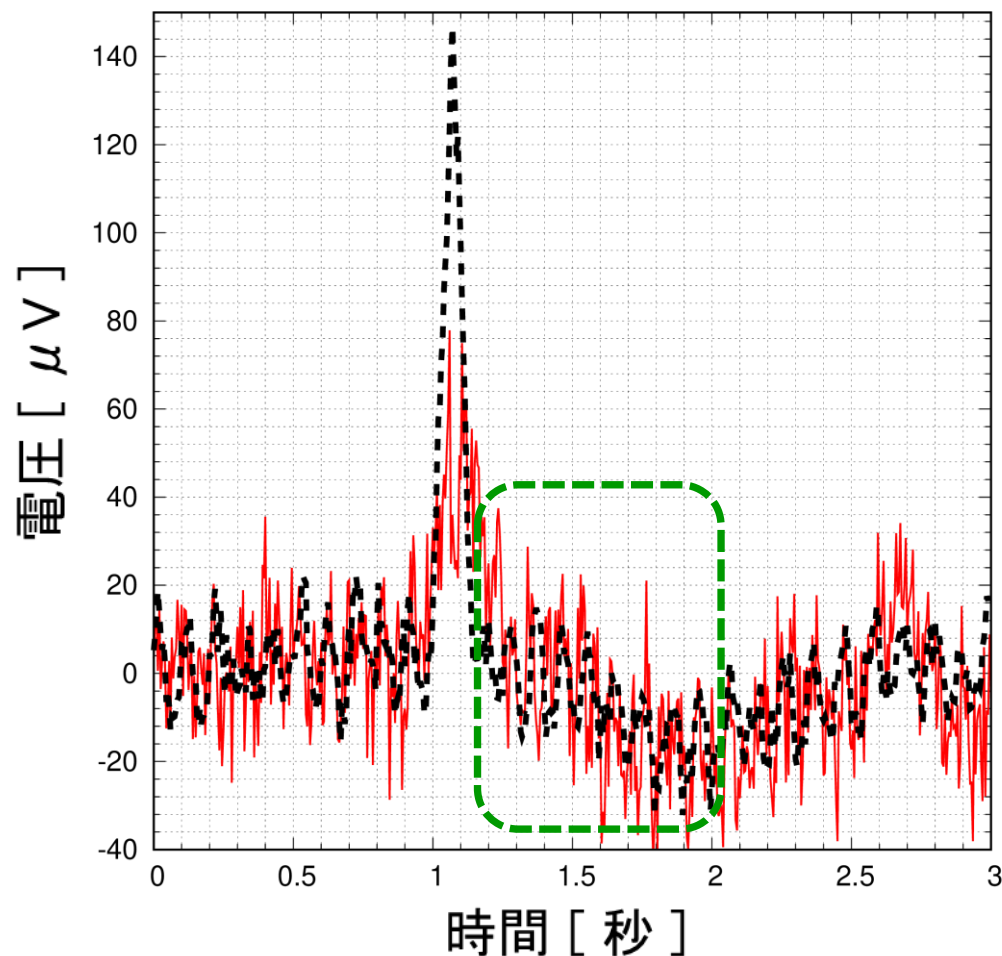
脳波信号(周波数領域)

以下, 瞬目アーチファクトを外乱と表現

外乱混入時の復元波形例(圧縮率20%)

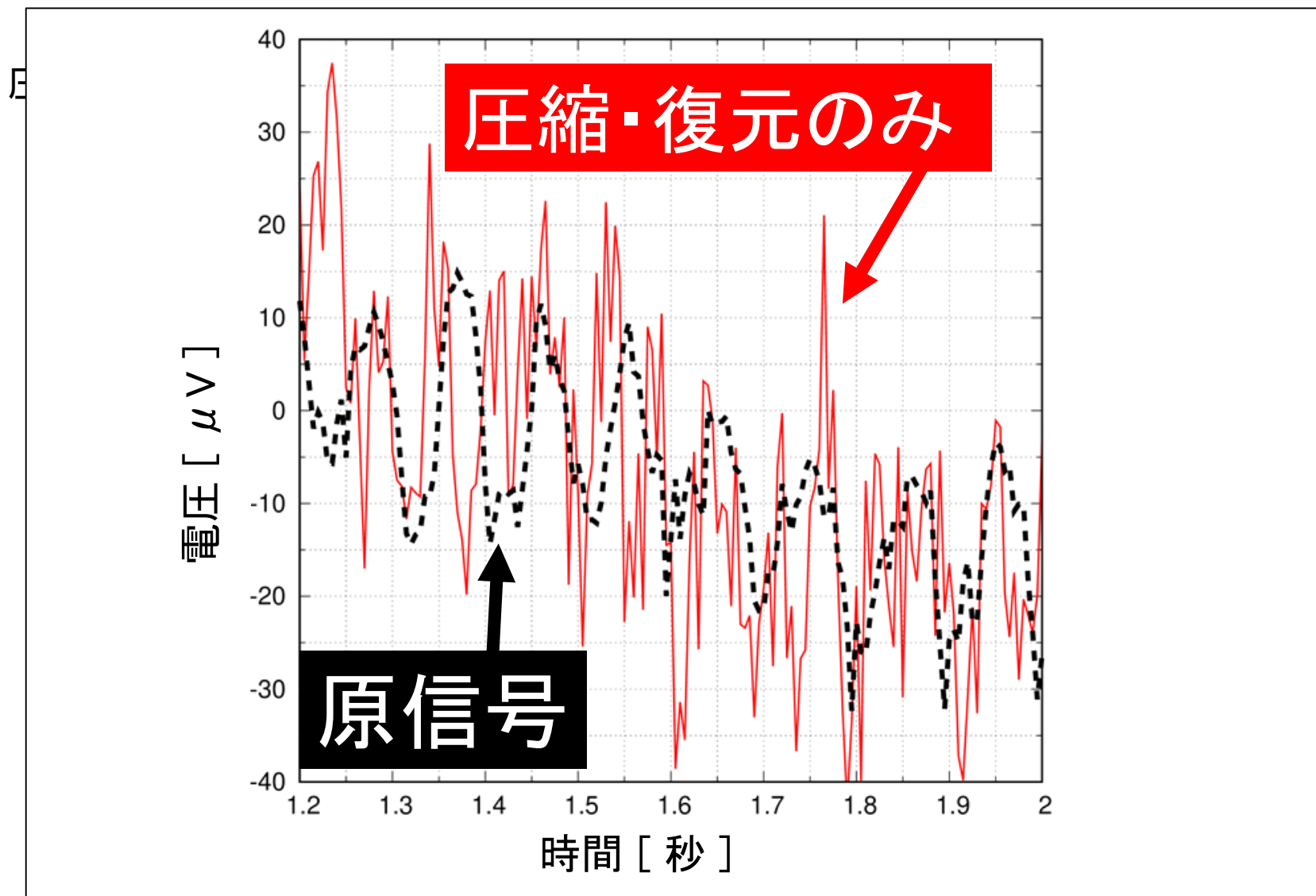
$$\text{圧縮率 (\%)} = \frac{\text{圧縮後のデータ数}}{\text{圧縮前のデータ数}} \times 100$$

脳波信号@FP1電極



OMP 復元アルゴリズム

外乱混入時の復元波形例(圧縮率20%)

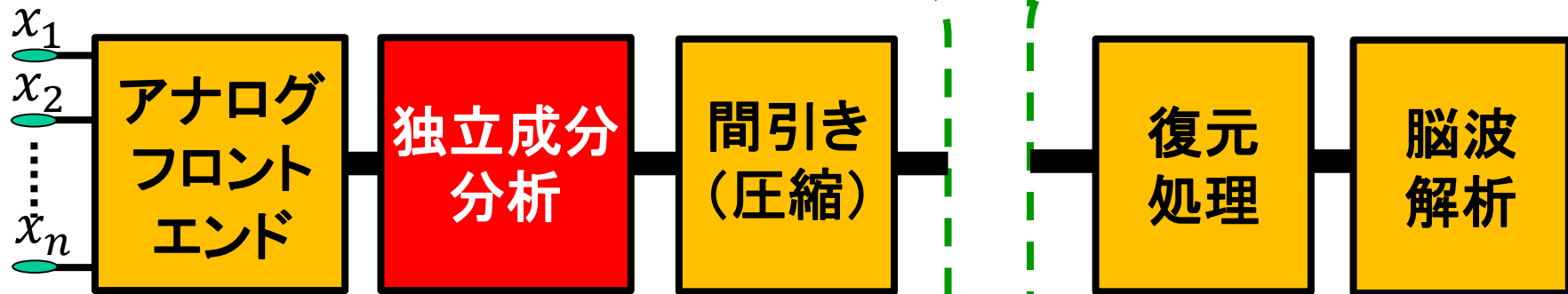
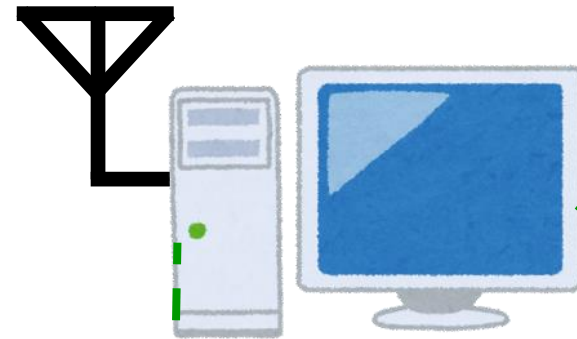
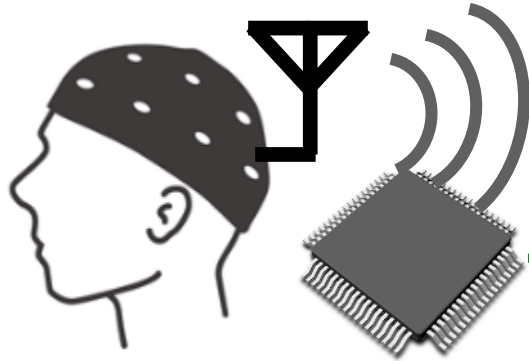


OMP 復元アルゴリズム

【既存技術例】脳波計測フレームワーク

センシングユニット

データプロセッシングユニット

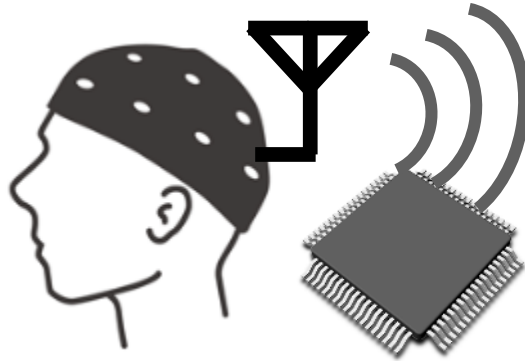


センシングユニットで必要な成分のみ圧縮 [2]
→ 消費電力が増加[3]

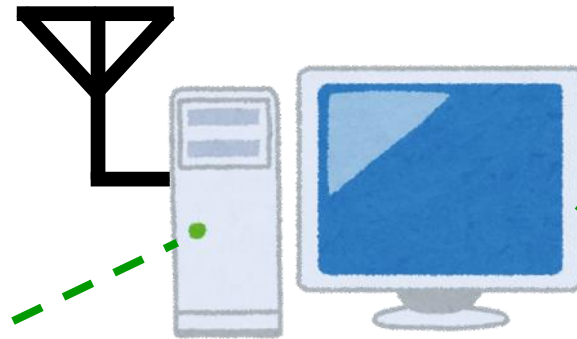
(例えば)[2] B. Zhou, et al., in *Proc. International Conference on Information, Communications and Signal Processing*, Dec.2015
[3] Z.Zhang, et al., in *Proc. Asilomar Conference on Signals, Systems and Computers*, Nov. 2013.

【新技術】新センシングフレームワーク

センシングユニット



データプロセッシングユニット



独立成分分析をデータプロセッシングユニットで実行
センシングユニットで処理する信号処理量を削減[4][5]

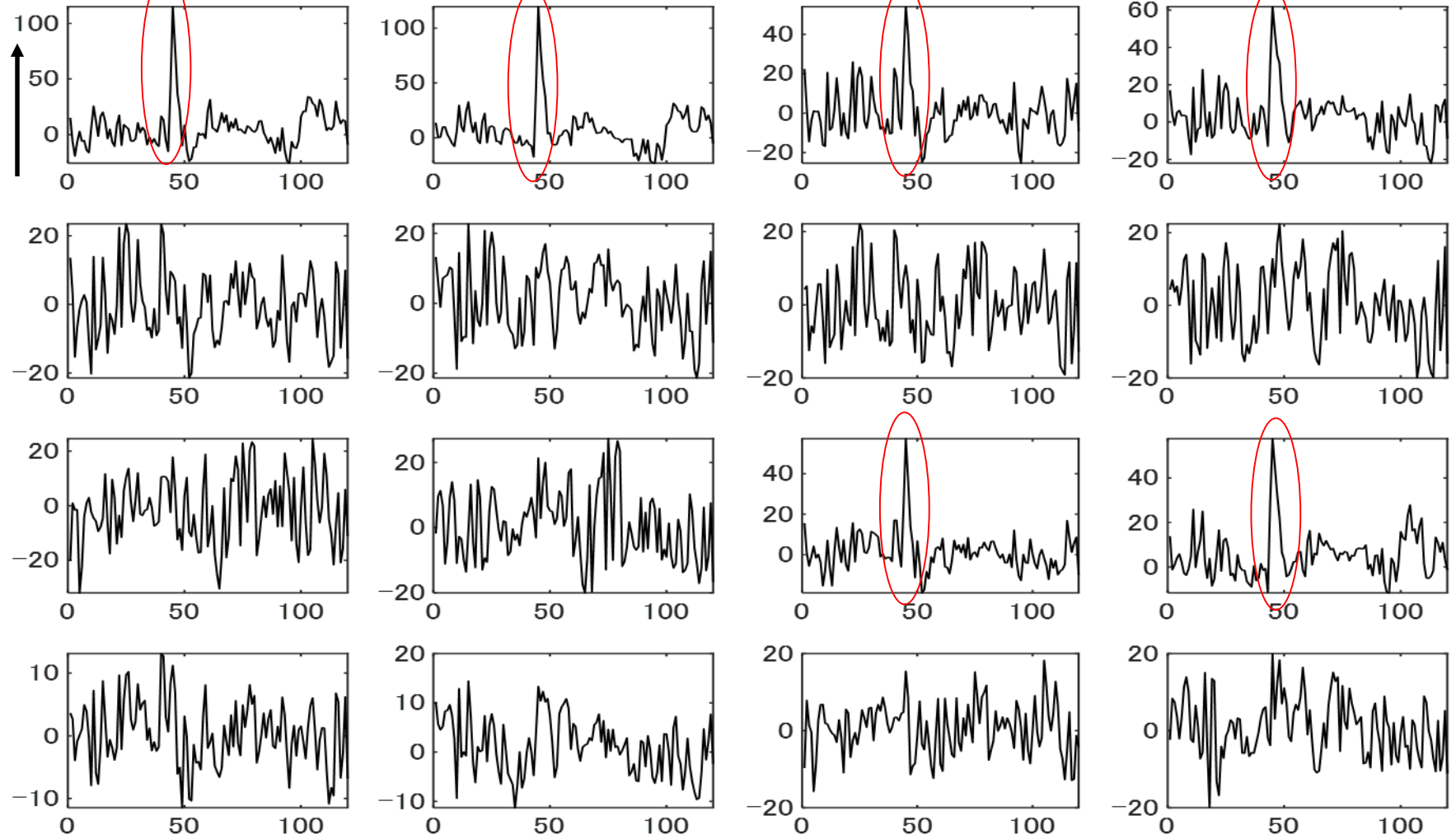
[4] D.Kanemoto*, S.Katsumata, M.Aihara, and M.Ohki, in *Proc. IEEE Biomedical Circuits and Systems Conference*, Oct.2018

[5] S.Katsumata, D.Kanemoto*, and M.Ohki, in *Proc. IEEE Biomedical Circuits and Systems Conference*, Oct. 2019

【新技術】新センシングフレームワーク

圧縮した16ch 脳波信号 例

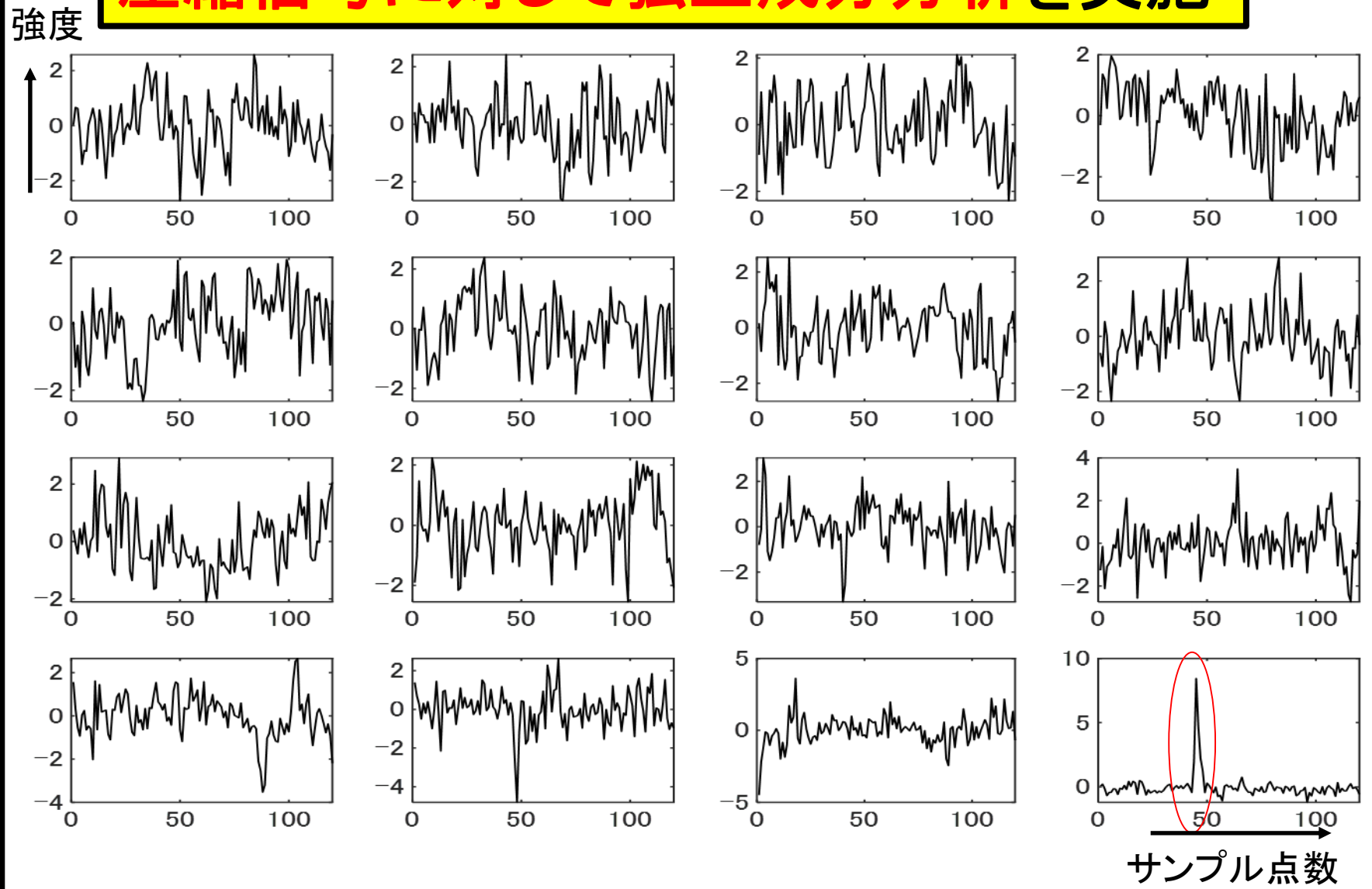
強度



サンプル点数

【新技術】新センシングフレームワーク

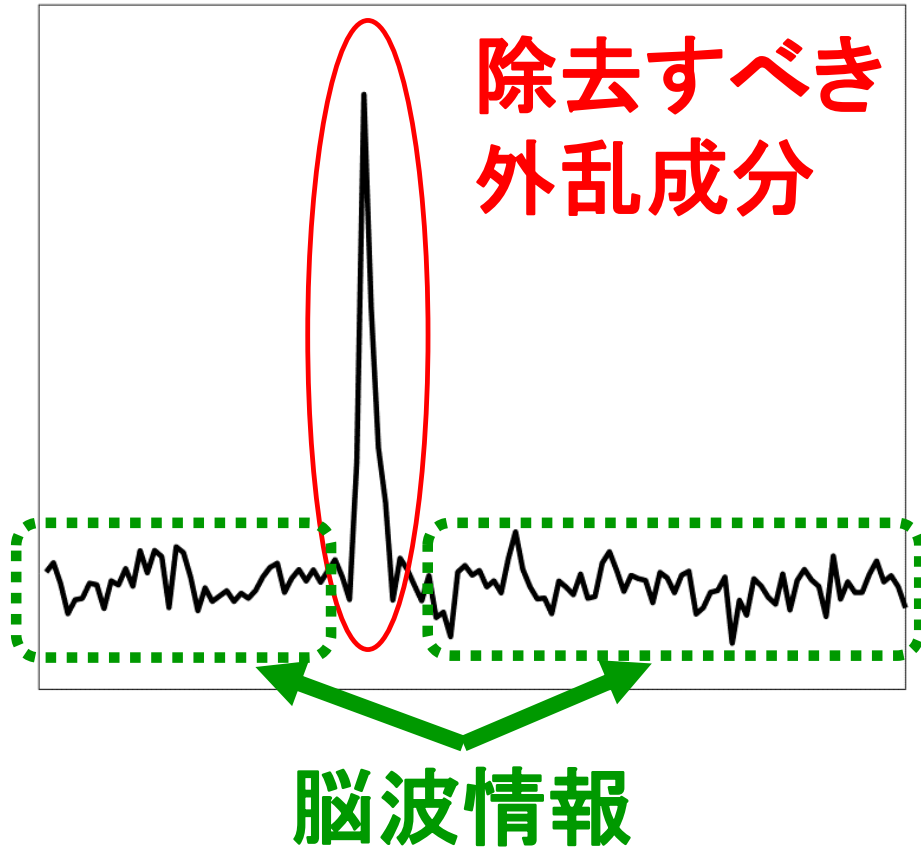
圧縮信号に対して独立成分分析を実施



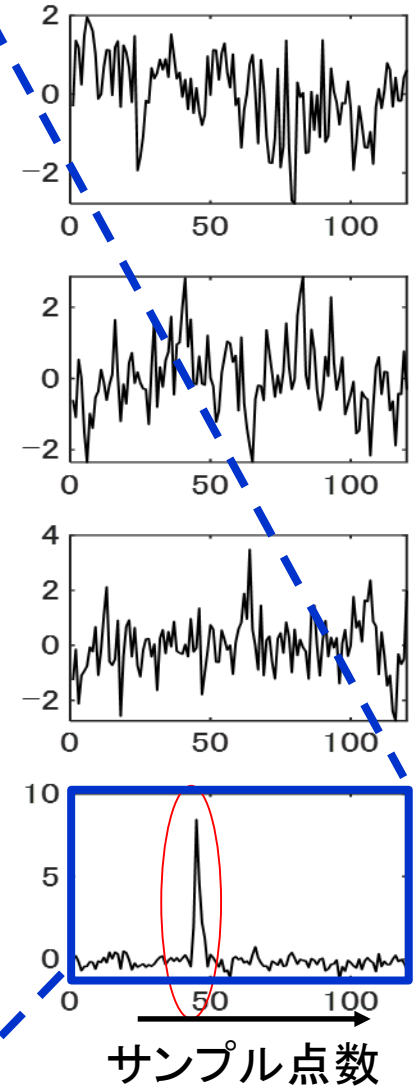
[1] Ohnaka, T., Yamamoto, T., and Inohara, H., "A New Sensing Framework for Structural Health Monitoring," Proceedings of the 2014 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC), Oct. 2014.

【新技術】新センシングフレームワーク

圧縮信号に対して独立成分分析を実施

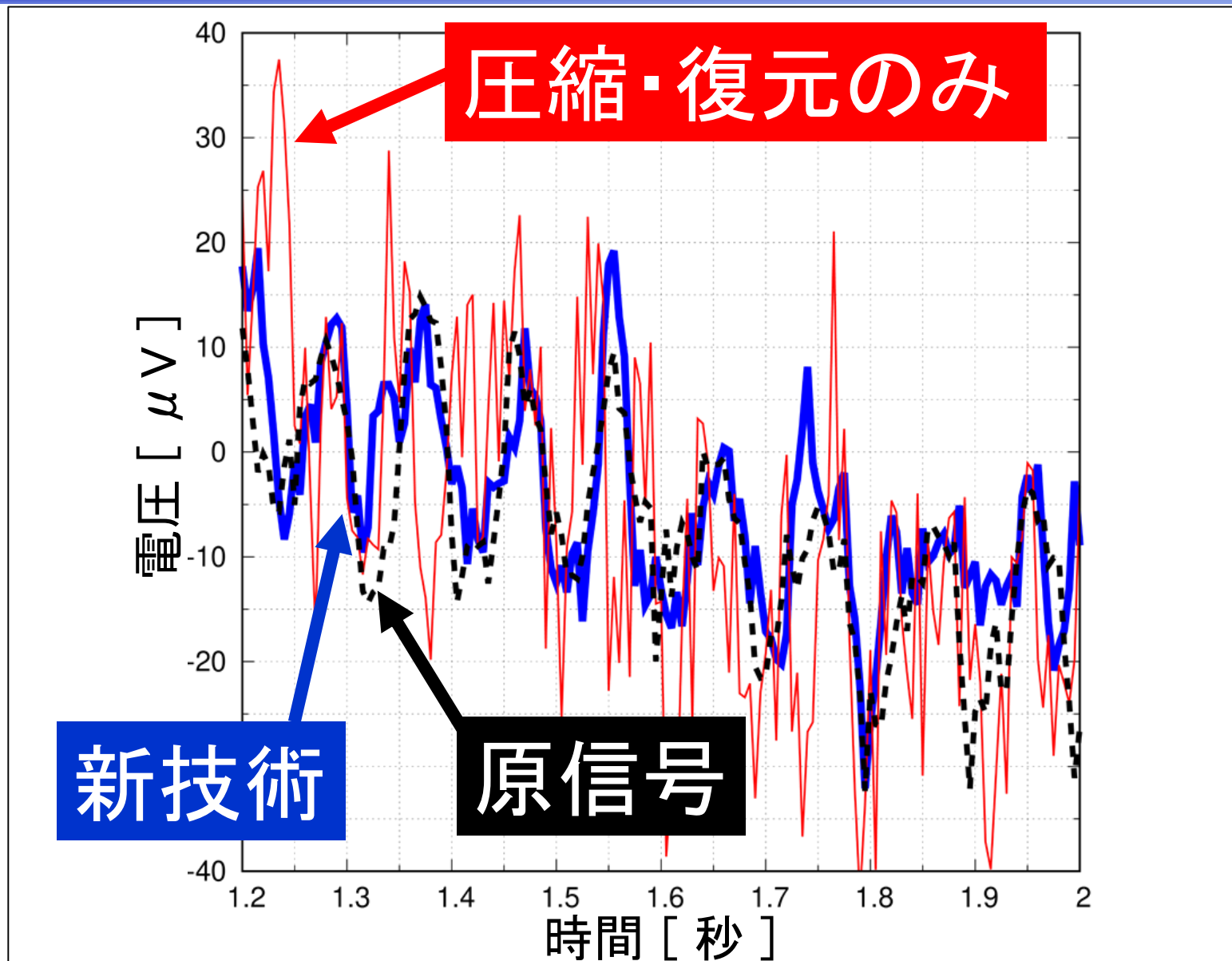


外乱成分のみを検出し除去する
アルゴリズムを搭載



[4] D.Kanemoto*, et al., in *Proc. IEEE Biomedical Circuits and Systems Conference*, Oct.2018
[5] S.Katsumata, et al., in *Proc. IEEE Biomedical Circuits and Systems Conference*, Oct. 2019

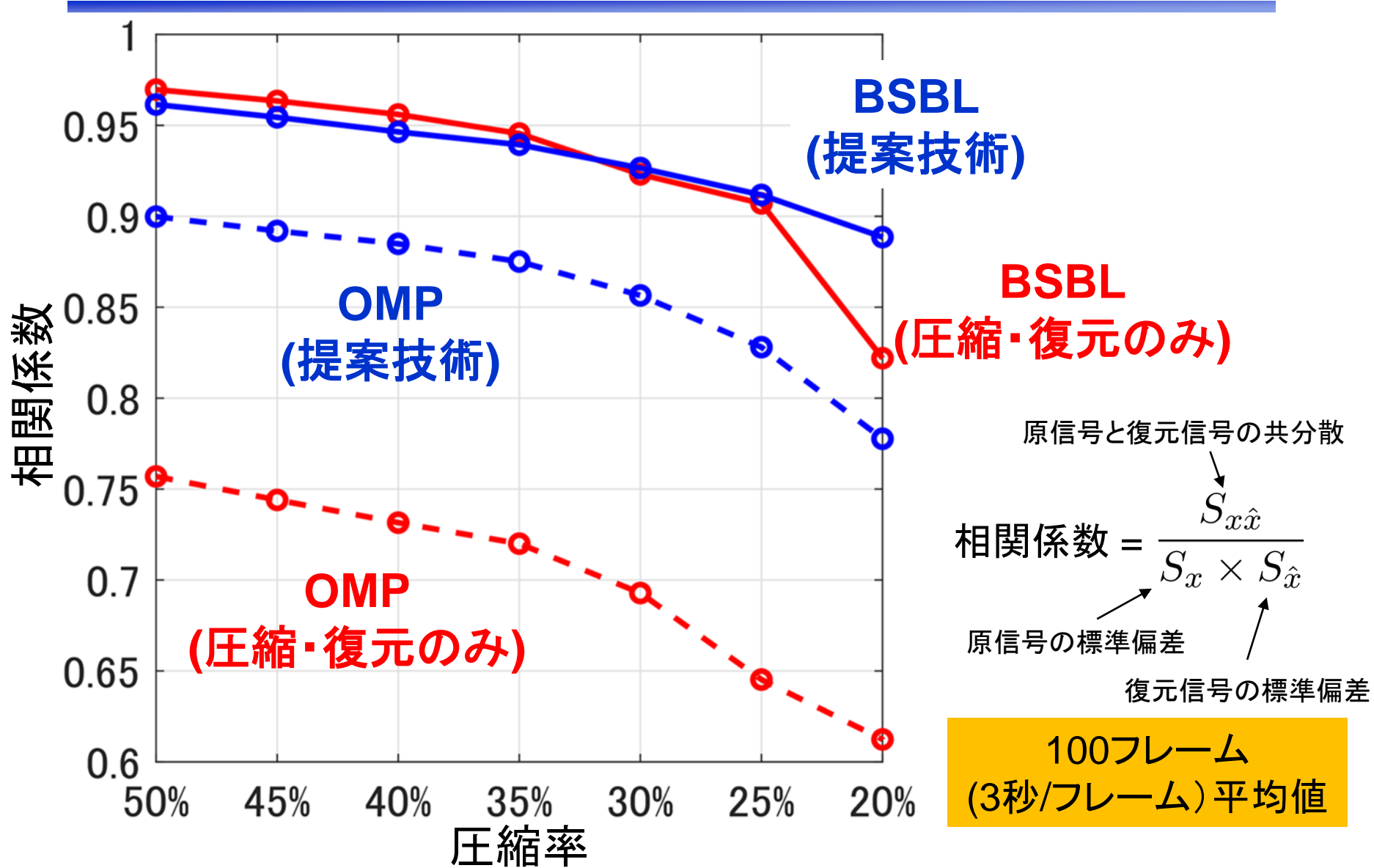
復元波形例(OMP, 圧縮率20%)



[5] S.Katsumata, D.Kanemoto*, and M.Ohki, in *Proc. IEEE Biomedical Circuits and Systems Conference*, Oct. 2019

[6] 勝俣, 兼本, 大木, 電気学会電子回路研究会, 2020年1月

相関係数



[5] S.Katsumata, D.Kanemoto*, and M.Ohki, in *Proc. IEEE Biomedical Circuits and Systems Conference*, Oct. 2019

[6] 勝俣, 兼本, 大木, 電気学会電子回路研究会, 2020年1月

想定される用途の一例

- 脳波 (EEG)
- 心電図 (ECG)
- 表面筋電図 (EMG)

等

周波数領域以外でもスパースになればOK!
生体信号以外でも検討可能



スポーツ



介護・ヘルスケア



ゲーム・娯楽



教育

様々な分野への応用が期待

実用化に向けた課題

- ハードウェア実装（開発スピード）
- 更なる精度改善・高圧縮化
（アプリケーションを考慮）
- 日常生体信号センシングによる
新たなアプリケーション（市場）の開拓

企業様への期待

- センシング機能を有したウェアラブルデバイスの開発, もしくはウェアラブルデバイスを活用したい企業様との共同研究を希望
- スポーツ、ヘルスケア・介護, エンターテインメントや教育まで「幅広い業界の方々」と新たな挑戦

一緒にデバイスからアプリまでにつながる
新しいシステムを開発

発明の名称 : 信号計測システム、計測信号
処理装置及びプログラム

出願番号 : 特願2020-13805

出願人 : 大阪大学

発明者 : 兼本大輔、勝俣駿

お問い合わせ先

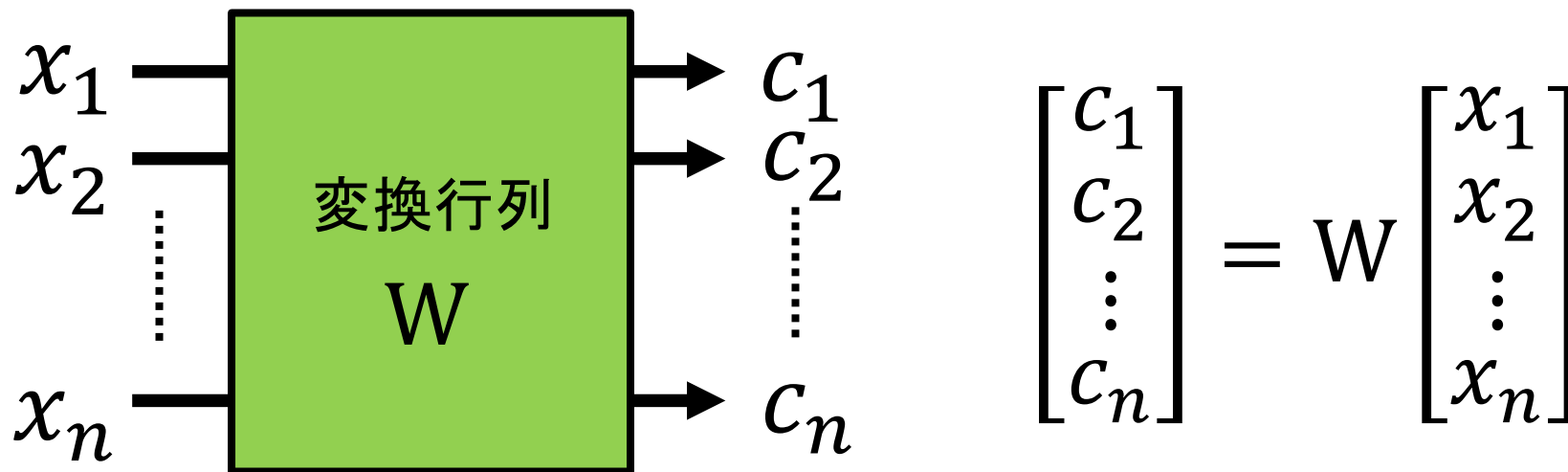
大阪大学共創機構 産学共創・渉外本部
イノベーション戦略部門 産学官連携支援室

TEL 06-6879-4875

e-mail contact@uic.osaka-u.ac.jp

【既存技術】独立成分分析

信号の統計的な独立性に基づいて分離



観測信号

独立成分

例えば、 c_n が外乱成分の場合、外乱を除去するには

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} = W^{-1} \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}$$