

# 素早く正確に 無線チャネルの空席を見つける

信州大学

工学部 電子情報システム工学科

准教授 田久 修

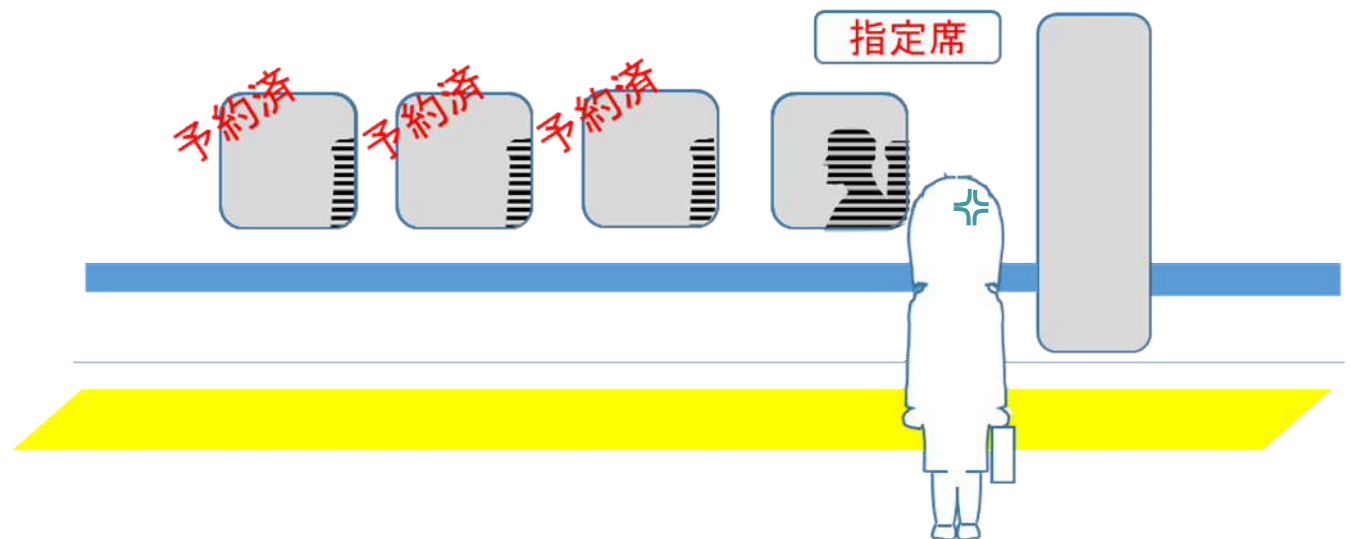
令和2年8月20日

# IoT、用途は無限、無線は有限

放送やスマホ等の無線通信においては、複数のアプリケーションに対して、同じエリアで同時に同じ周波数を使うことができません。そこで行政機関により厳密な**周波数(チャンネル)割り当て**がなされています。今後、IoTの普及で、家電、ウェアブル機器、自動車等における無線通信の利用が増え、周波数の枯渇が懸念されます。

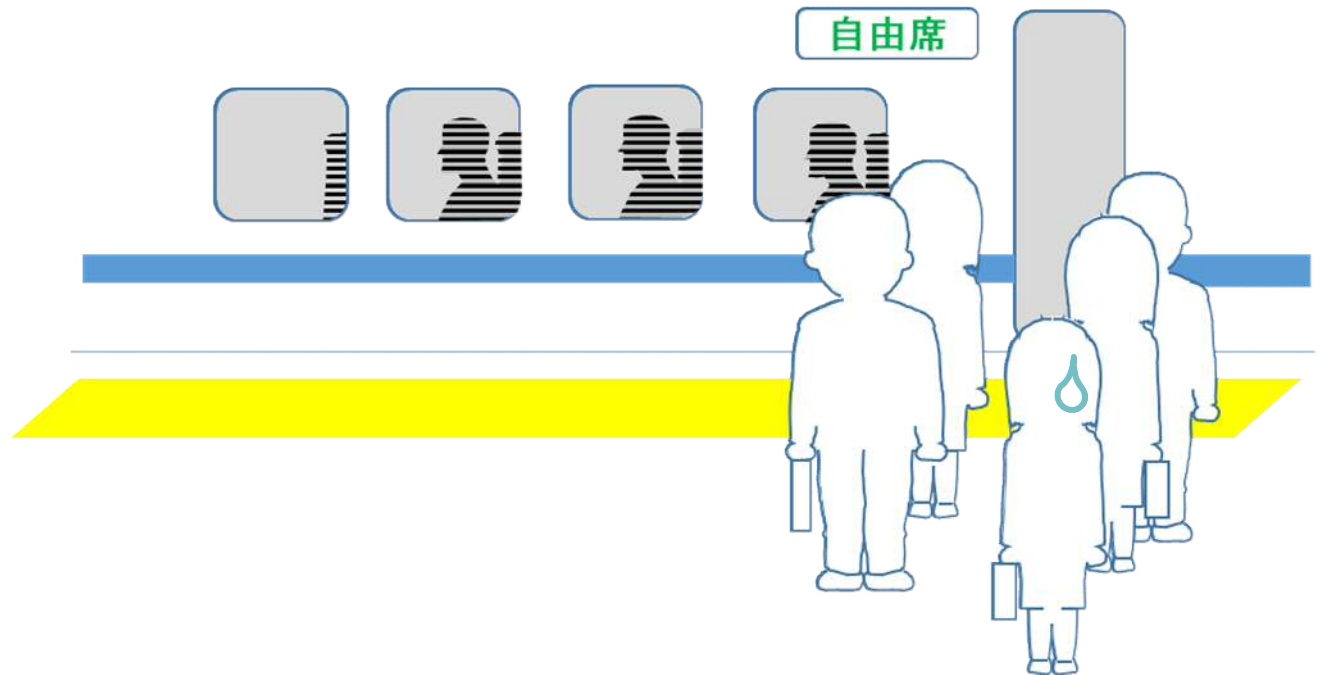
# チャンネルを電車の座席に例えれば

チャンネル割当てはいわば全席指定。指定が取れなければ乗れない。一方で、キャンセルが出たり、予約に隙間が生じたとき、空席で走ることも。



# 自由席には乗りたい人が皆乗れるが

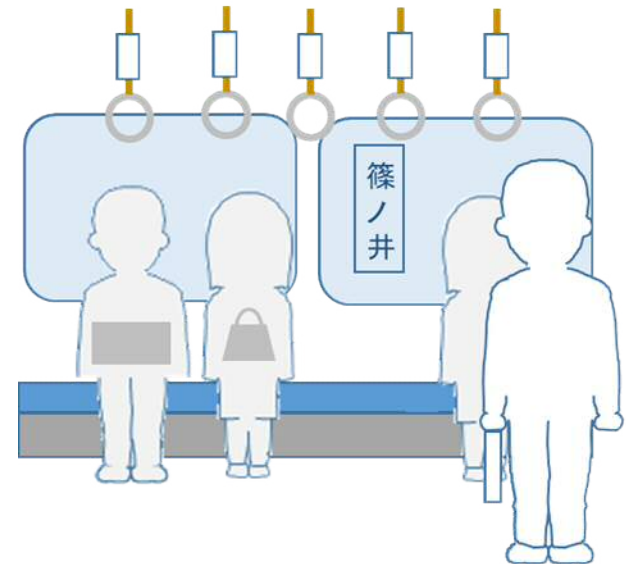
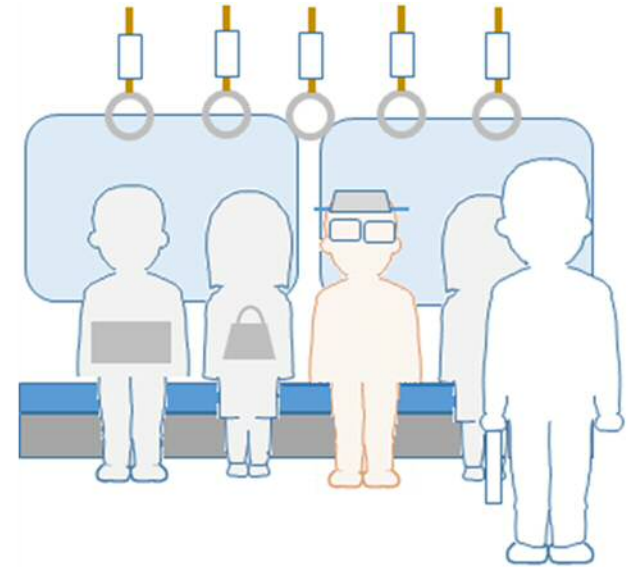
満席になると、座れないことがあります。



# 満員の通勤電車で座る極意

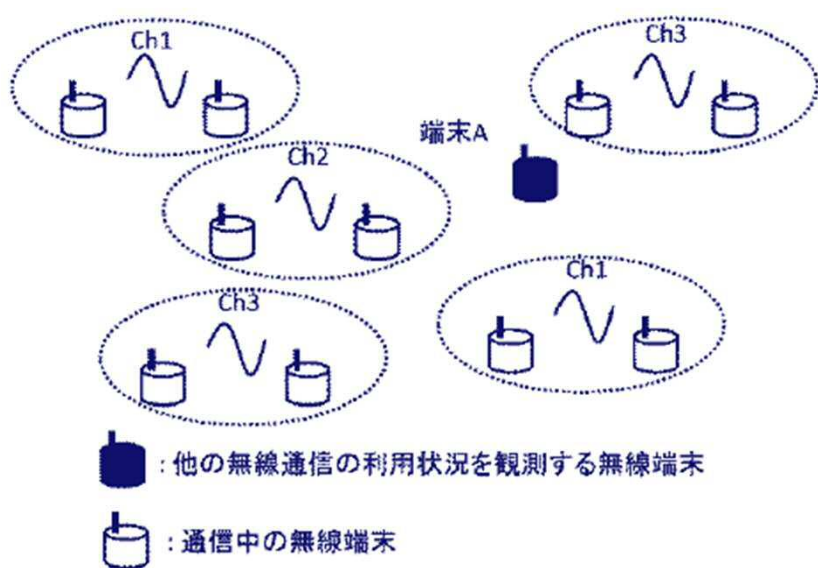
毎朝同じ駅で下車する  
人の前に立つ。

(=空きそうな席を予測)

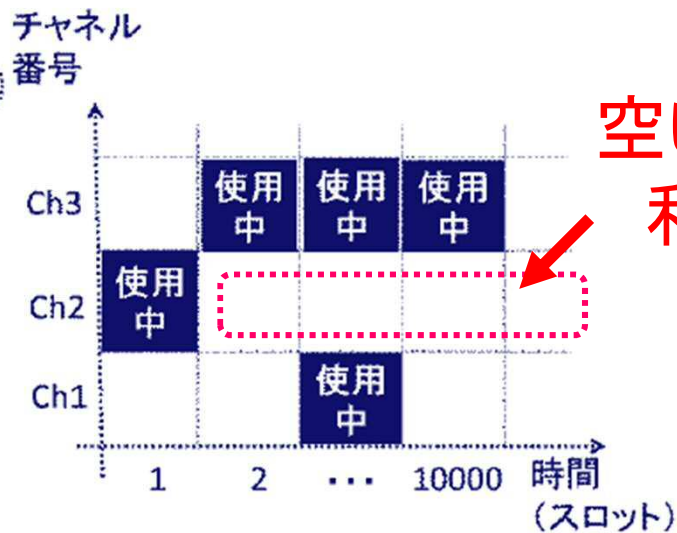


# 同じような考え方が無線通信にも

端末が自由にチャンネルを利用できるのが  
コグニティブ無線方式です。



(a) 環境観測の空間モデル



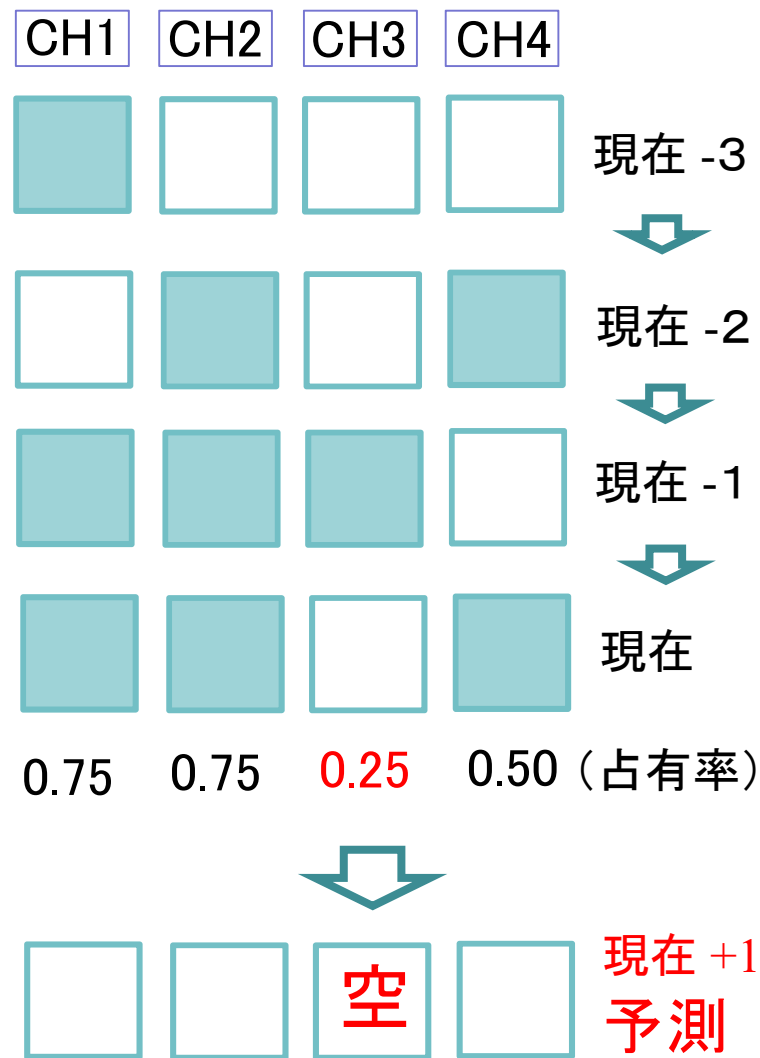
(b) スロット型のチャンネル利用モデル

[特許6010812から引用]

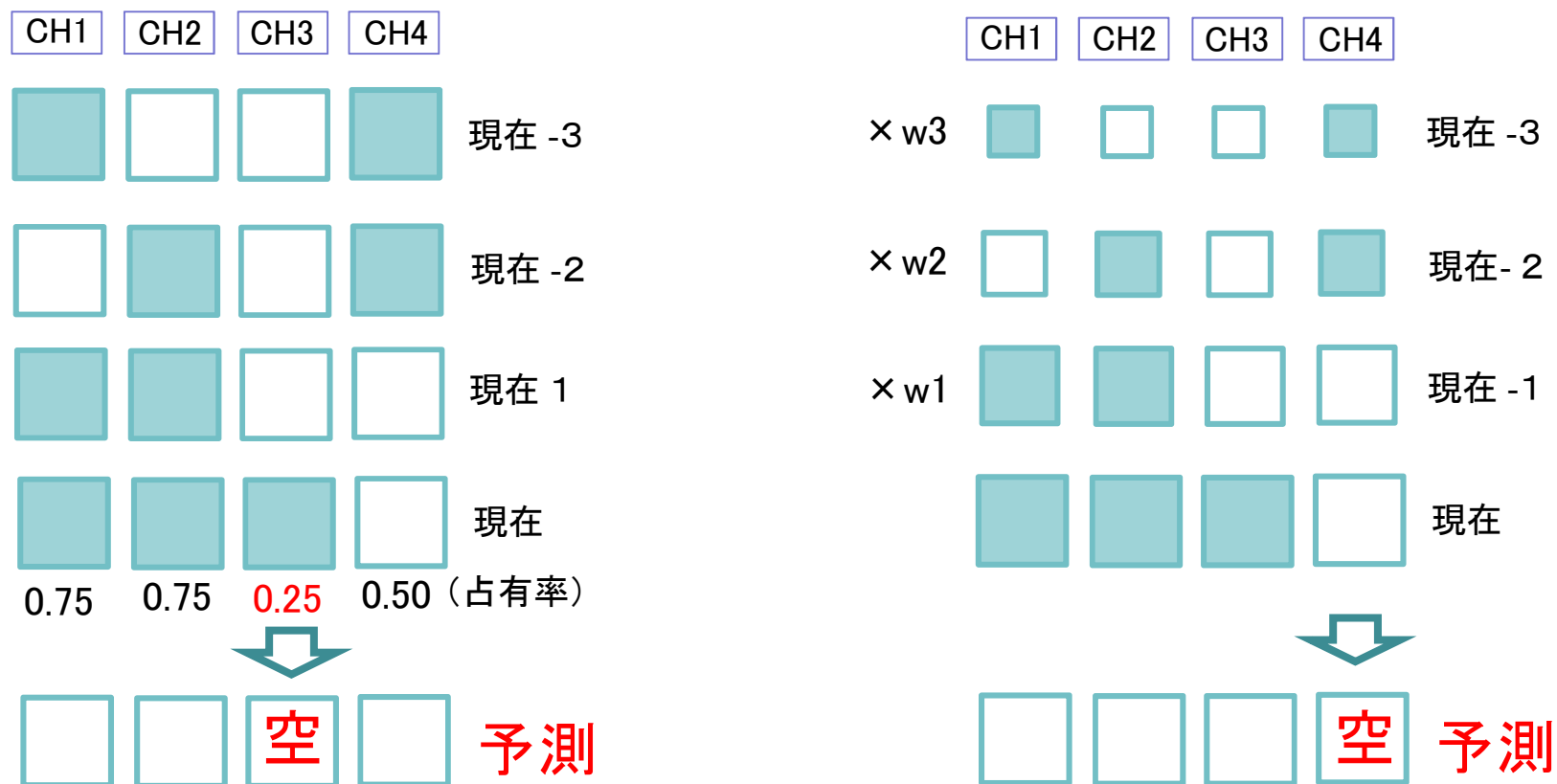
# 空きチャンネルを予測する

コグニティブ無線方式では、チャンネル(CH1~CH4)の一定期間の利用履歴から占有率を求め、占有率最小のチャンネルが次に空くと予測します。

■ 使用  
□ 空き



# 従来の予測方法(メモリ法)



一定期間の利用履歴をFIFOメモリに蓄える。  
直近の結果を反映するため、重み付けも(右図)。



# 従来技術(メモリ法)の課題

空きチャネルの予測に以下の課題がありました。

重み付けを均一にすると・・・

精度と安定性が得られるが、

占有率の急激な変化に追従できない。

最近の結果の重みを大きくすると・・・

高い時間追従性を有するが、

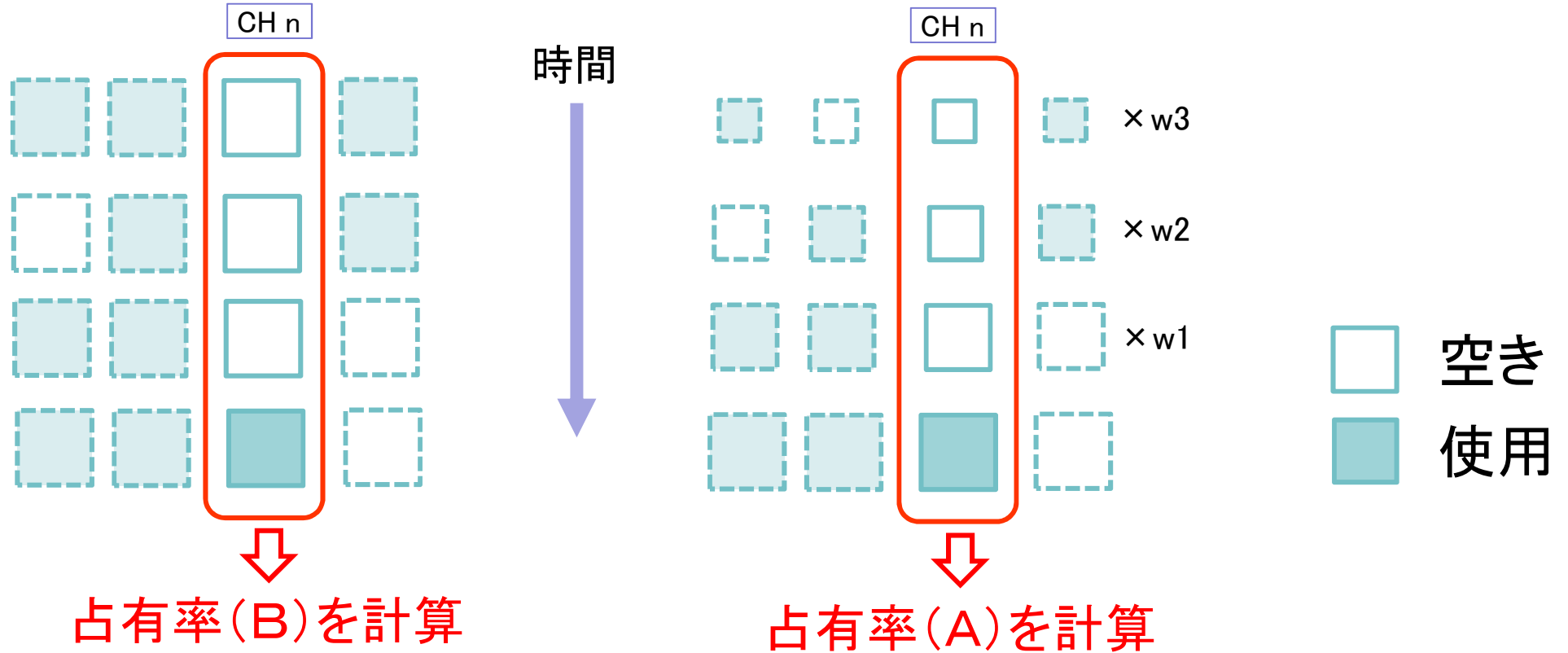
偶発的な変化により予測が不安定に変動する。

# 新技術の特徴・従来技術との比較

- ① 重み均等な占有率(B)を、空き予測に用いる。
- ② 重み付けした(直近の)占有率(A)が大きく変化すればメモリ(B)をリセットする。

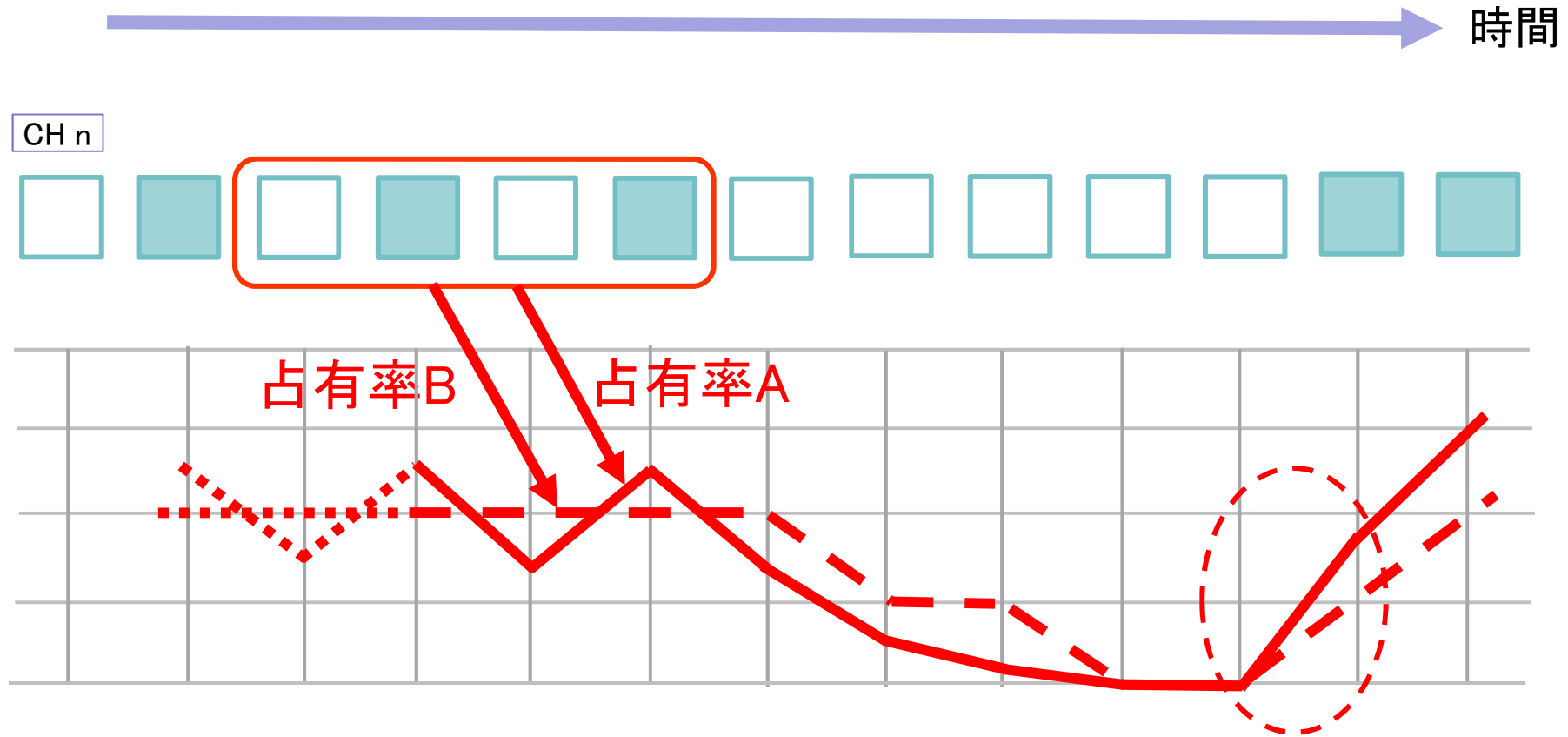
従来課題であった空き予測の時間追従性と測定精度(安定性)の両立を、簡素な構成で実現することができます。

# 占有率Aと占有率B

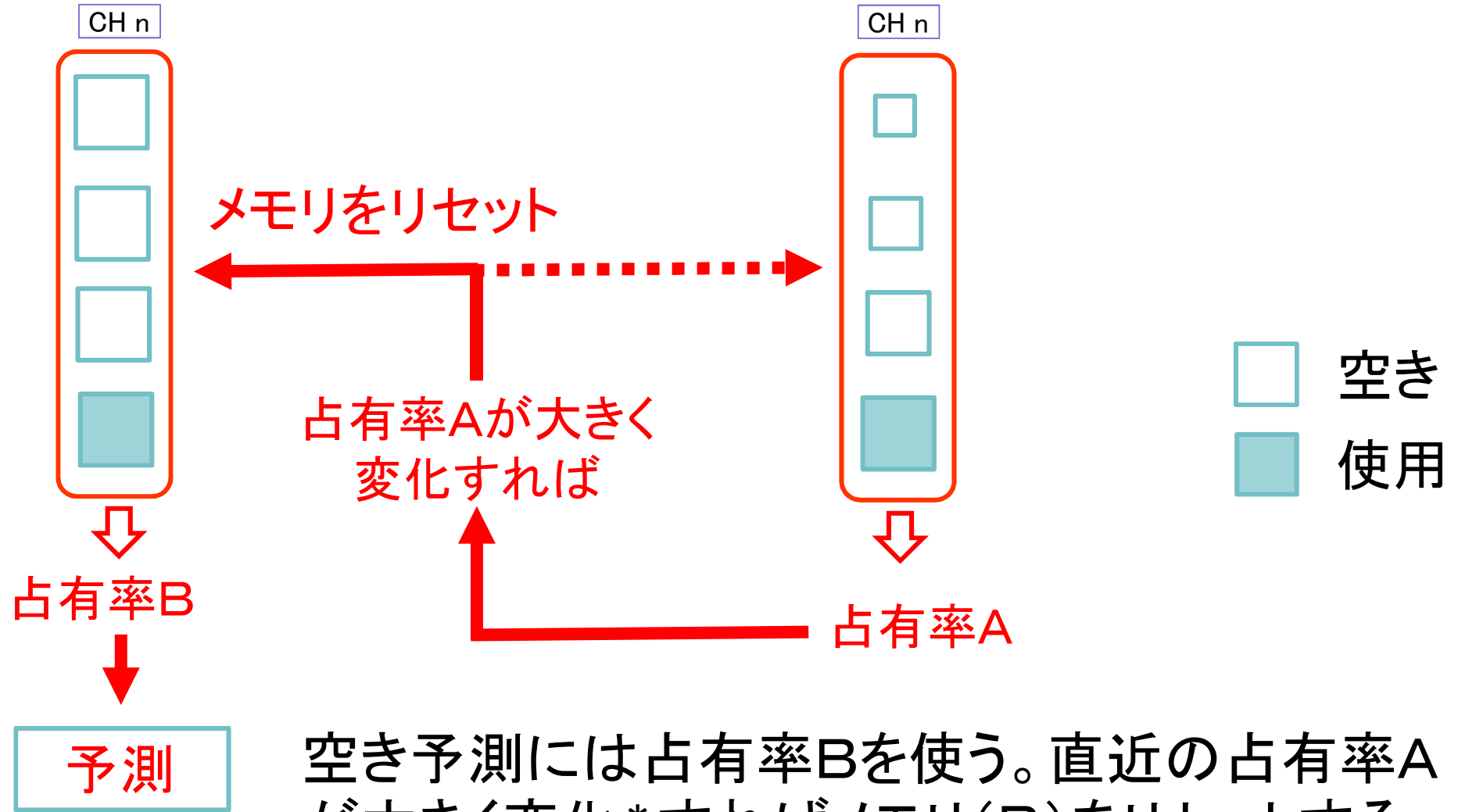


各チャンネル(n)で、直近ほど重み付けた占有率(A)と重み均等な占有率(B)を、それぞれ計算する。

# 占有率A、Bの時間変化



# 新技術の提案1 (同時法)

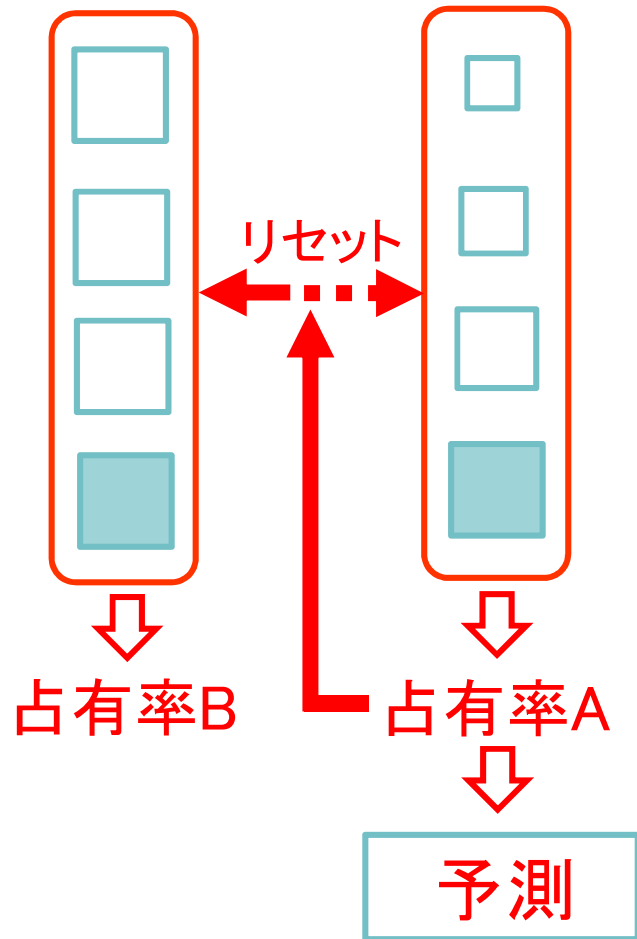


空き予測には占有率Bを使う。直近の占有率Aが大きく変化\*すればメモリ(B)をリセットする。

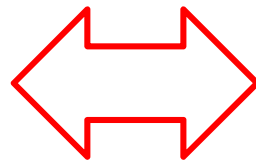
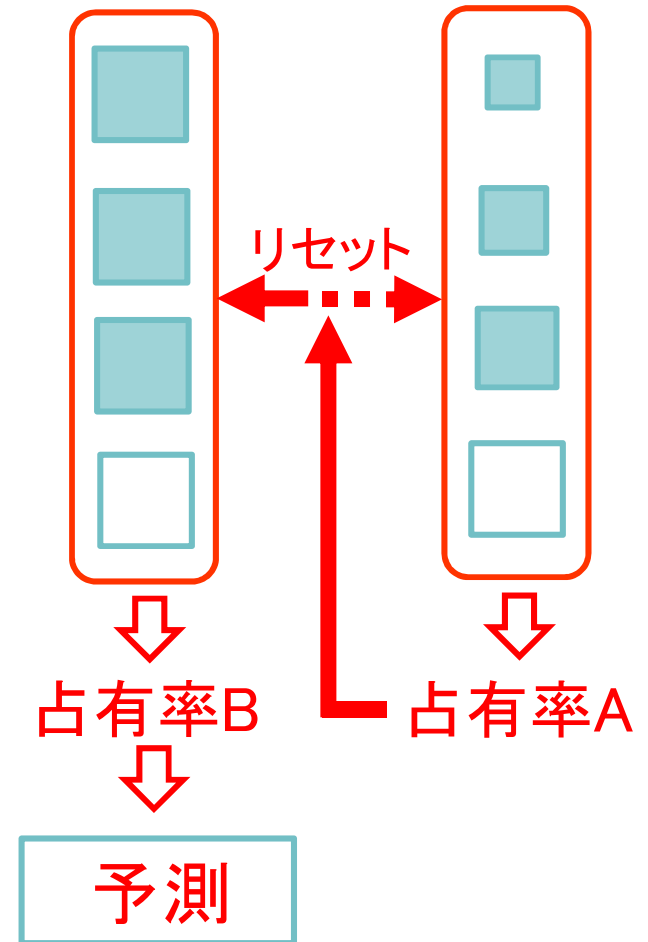
\* 例えば、ずっと空きだったのに急に塞がる。

# 新技術の提案2 (切替法)

空→使用に変化



使用→空に変化



占有率Aの  
変化の方向  
に応じて予測  
に使う占有率  
を切替える

# 新技術の効果

- 使用履歴から重み均等に空き予測を行うため、高い安定性と精度が得られる。
- 直近の占有率の変化に応じて予測に使うメモリをリセットすることにより、誤った予測を俊敏に回避することができる。
- 空→使用に変化した場合に直近の占有率から空き予測を行うようことにより(提案2)、空き予測の判断をより厳しくすることができる。

# 新技術の検証

以下、シミュレーション条件:

端末数 : 1、10

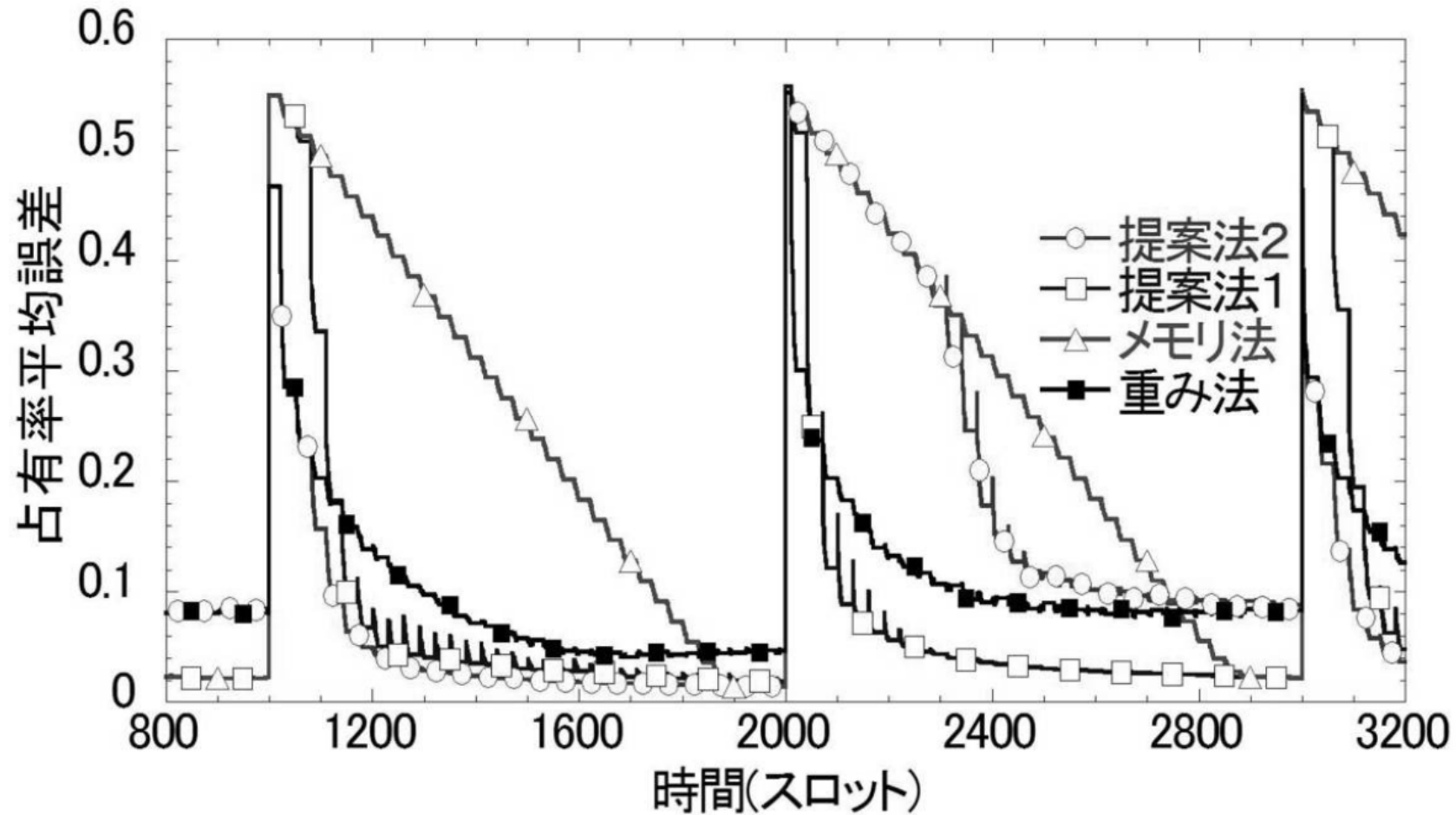
測定チャネル数 : 3 (10スロットごとに交代)

アクセス要求確率: 0.1 (各端末ごと)

占有率閾値 : 0.3



# シミュレーション結果



← 端末数 = 1      端末数 = 10 →

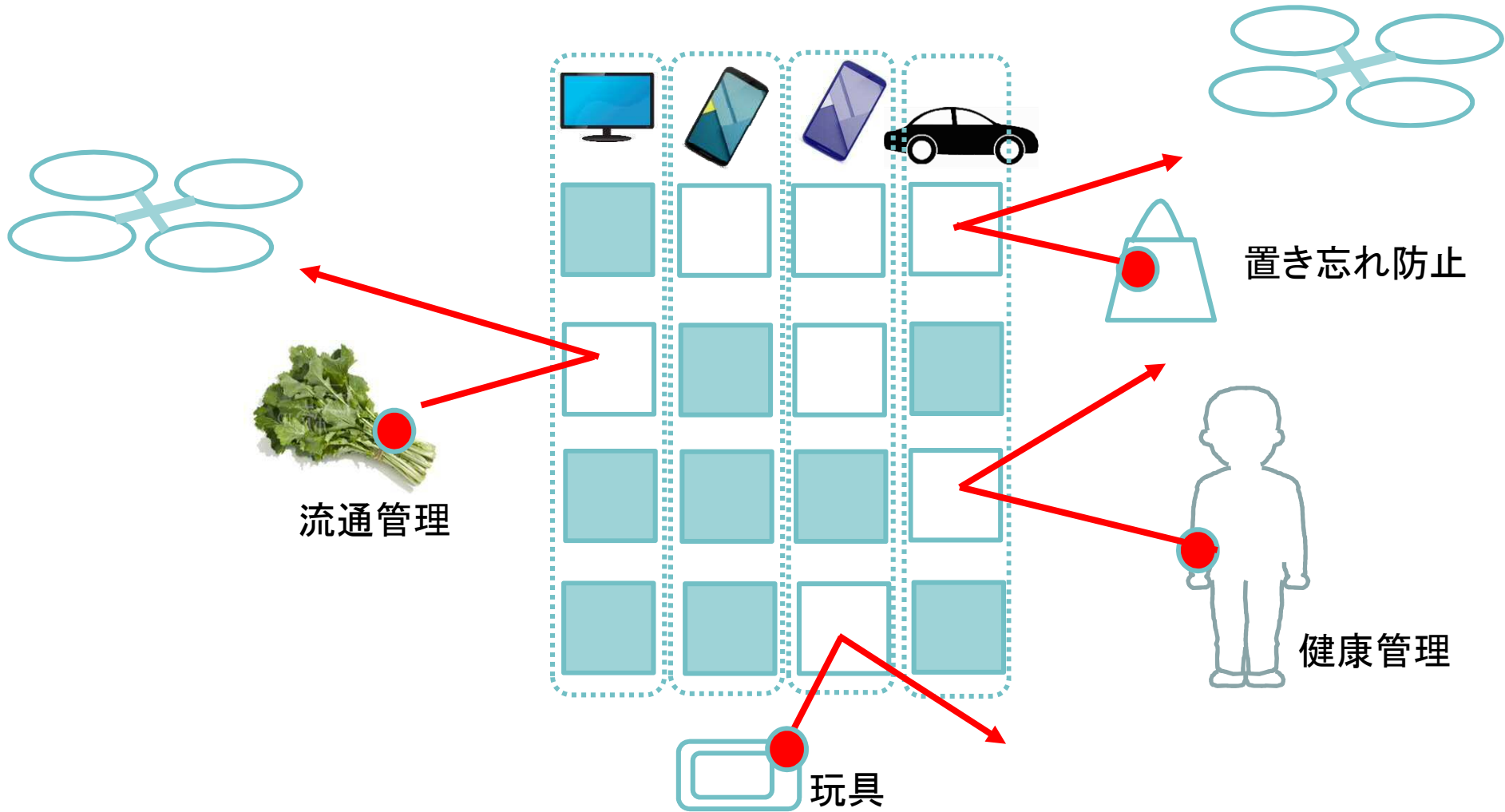
## 結果の考察

- 低占有率状態(端末数=1)では、切替法(提案2)が最も高速に検出可能である。
- 高占有率状態(端末数=10)においては、同時法(提案1)が最も高速でかつ定常時における精度も優れている。

## 想定される用途

- プライマリユーザーに割り当てられたチャンネルの隙間を利用して多数のIoT機器(チップ)を繋ぐことができます。
- ローコストで裾野の広いアプリケーションに応用展開が可能です。将来、汎用無線タグとして100均で売られたり、リアリティを増している幼児雑誌の付録に使える可能性もあります。

# イメージ



# 実用化に向けた課題

- 新技術の優位性および有効性については既に実証済みですが、実際にIoTデバイスに組み込んでの社会実証は今後の課題です。
- 今後、アプリケーションをある程度絞り込んだIoTデバイスを試作し、フィールド実験等により社会実証データの取得および蓄積を図る必要があります。

## 企業への期待

- 電子デバイスのデザインや製造を行っている企業との共同研究を希望いたします。
- 現在無線通信事業を行っているか否かにかかわらず、IoT、無線通信の新規なアプリケーションの開発に積極的な企業とのコラボレーションを希望します。

# 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 無線通信利用状況測定装置  
および測定方法
- 特許番号 : 特許第6010812
- 出願人 : 信州大学
- 発明者 : 田久修、若尾悠太、笹森文仁、  
半田志郎、藤井威生

# 産学官連携の経歴

- 2013年-2014年 総務省SCOPE<sup>(1)</sup>に採択
- 2017年-2018年 総務省SCOPE<sup>(2)</sup>に採択
- 2019年-2022年 総務省プロジェクト<sup>(3)</sup>に採択
- 2020年-2021年 総務省SCOPE<sup>(4)</sup>に採択

(1) 環境認知型超高効率無線センサネットワークの研究開発

(2) オグメンテッドワイヤレス: 拡張無線環境学習を利用した無線周波数共有技術の研究開発

(3) 異システム間の周波数リソース探知技術

(4) 環境ダイナミクスを活用したフレキシブルLPWAの研究開発



# お問い合わせ先

株式会社信州TLO



**T E L    0268 – 25 – 5181**

**F A X    0268 – 25 – 5188**

**e-mail   info@shinshu-tlo.co.jp**