

香り発生デバイスの開発と嗅覚モデル に基づいた香り呈示手法の研究開発

岡田謙一¹ 重野寛¹ 富田豊¹

¹ 慶應義塾大学

Okada Laboratory at Faculty of Science
and Technology, Keio University



香り呈示における問題点

■ 従来の香り呈示手法

高濃度の長時間連続提示

- 残り香：空間に香りが残留
- 順応：濃度差を感じなくなる

意図通りに香りを感じさせることができない

- 時間に伴って変化する映像や音声に合わせて香り呈示をすることは困難

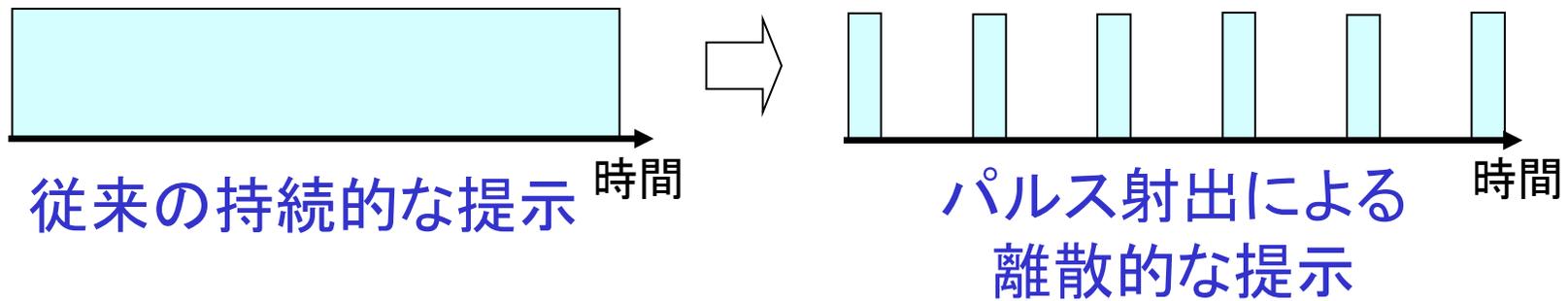


時間軸での香りの細かな射出制御をする必要



パルス射出

パルス射出：微小時間の香り呈示



パルス射出による香料の少量化

- ・ 空間に拡散する残り香を最小化
- ・ 離散的な刺激により順応を軽減

パルス射出を用いることで細かな射出制御が実現可能



SCOPEへの提案

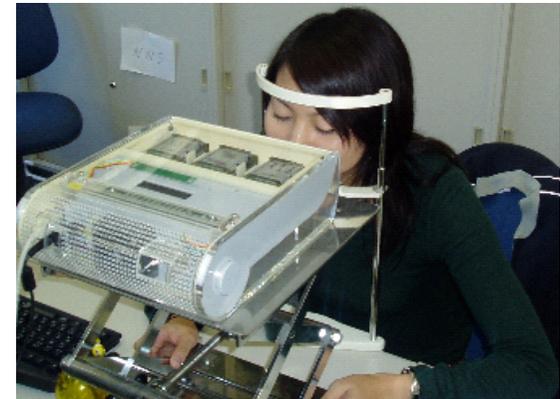
香り発生デバイスの開発と嗅覚モデルに基づいた香り呈示手法の研究開発

1. 研究目的

- ◆ 五感呈示アプライアンスとして、微細な射出制御が可能な香り発生デバイスを開発
- ◆ 嗅覚のユーザモデルに基づいた香り呈示手法の実現

2. 研究開発の概要

- ◆ 香りの射出を自由にコントロールできる香り発生デバイスを開発する(平成19年度)
- ◆ 人間の嗅覚特性を測定し、嗅覚のユーザモデルを確立する(平成20年度)
- ◆ 嗅覚モデルに基づいた香り呈示手法を開発する(平成21年度)
- ◆ 五感コンテンツ呈示システムの実証実験を行う(平成21年度)



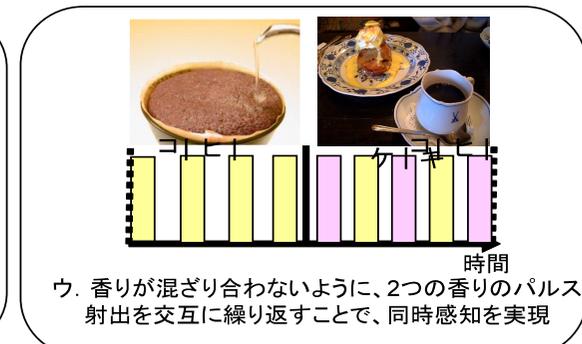
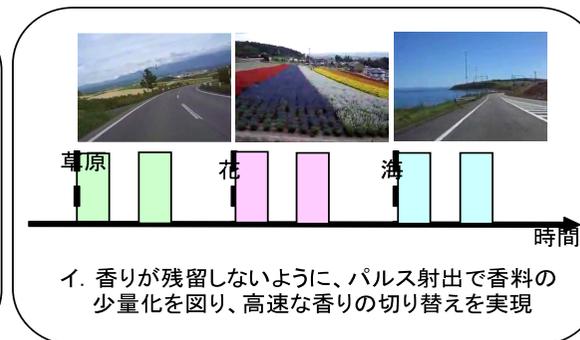
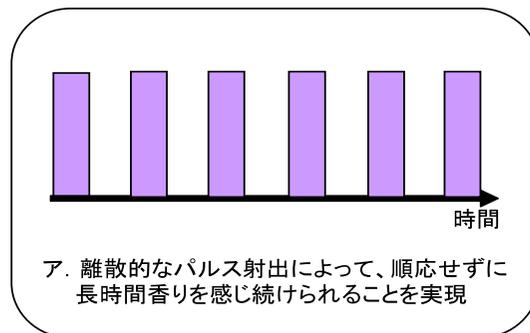
3. 期待される研究成果及びその社会的意義

研究成果

- ◆ 100msec以下で制御できる香り発生デバイスの開発
- ◆ 嗅覚のユーザモデルの確立
- ◆ 嗅覚モデルに基づいた香り呈示手法の確立
 - ア. 長時間香りを感じることができる射出方法
 - イ. 高速な香りの切り替えができる射出方法
 - ウ. 複数の香りを同時感知できる射出方法

社会的意義

- ◆ 香り発生デバイスの普及
「香るテレビ」・「香る映画館」・「香る携帯電話」
- ◆ 放送通信の分野に新たなモダリティを作る
「香り放送」・「香りWeb」
コンテンツ産業の活性化



卓上型香り発生デバイス

インクジェット方式を利用

主な性能

最短射出時間: 667マイクロ秒

単位時間射出量: 大タンク256段階
小タンク128段階

風速: 0.8m/s~1.8m/sの10段階

香料の種類: 4種類



卓上型香り発生デバイス

plオーダーの精密な射出制御が可能



モバイル型香り発生デバイス

インクジェット方式を利用

主な性能

リチウム電池駆動

重量: 0.55kg (+電源ユニット0.8kg)

最短射出時間: 667マイクロ秒

単位時間射出量: 大タンク256段階
小タンク128段階

風速: 0.8m/s~1.2m/sの10段階

香料の種類: 4種類



モバイル型香り発生デバイス

卓上型の性能を維持したまま持ち運び可能に



Okada Laboratory at Faculty of Science
and Technology, Keio University

装着状況

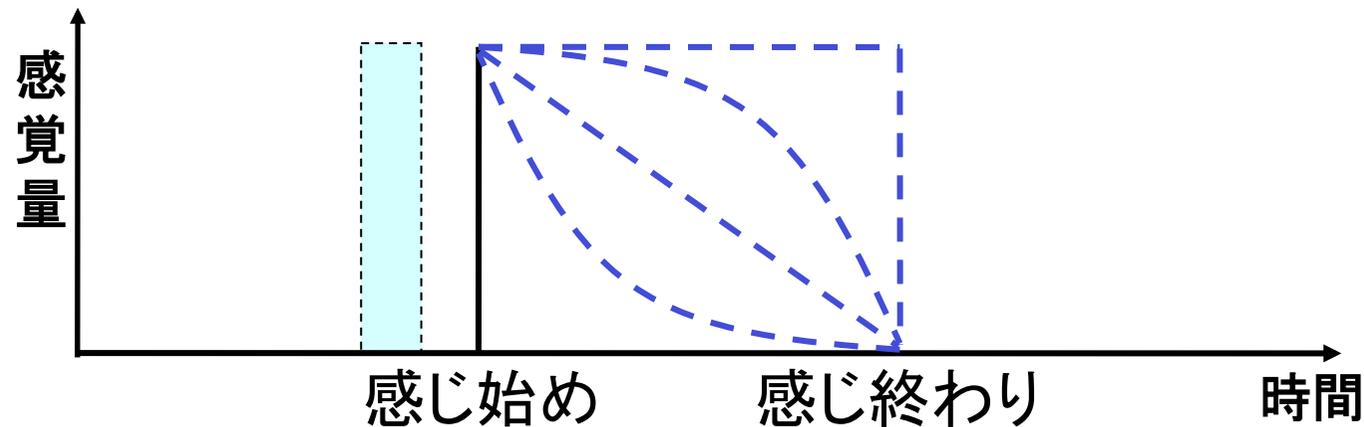


 Okada Laboratory at Faculty of Science
and Technology, Keio University

嗅覚特性測定の実験環境



パルス射出のオフ特性モデル



オフ特性モデル

香りを感じ始めてからの嗅覚の感覚量変化のモデル

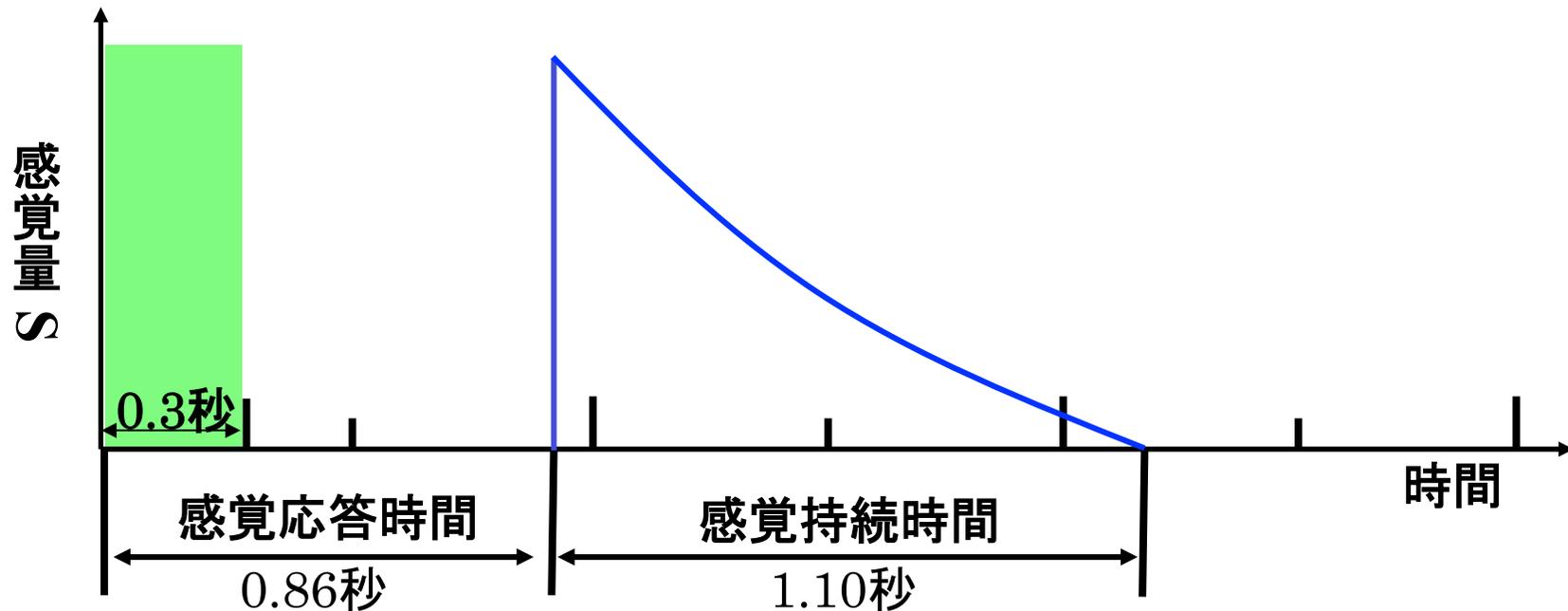
オフ特性モデルを推定するためのパラメータ取得

測定1: 嗅覚の①感覚応答時間、②感覚持続時間

測定2: 単位時間射出量差を考慮に入れた③分離閾値

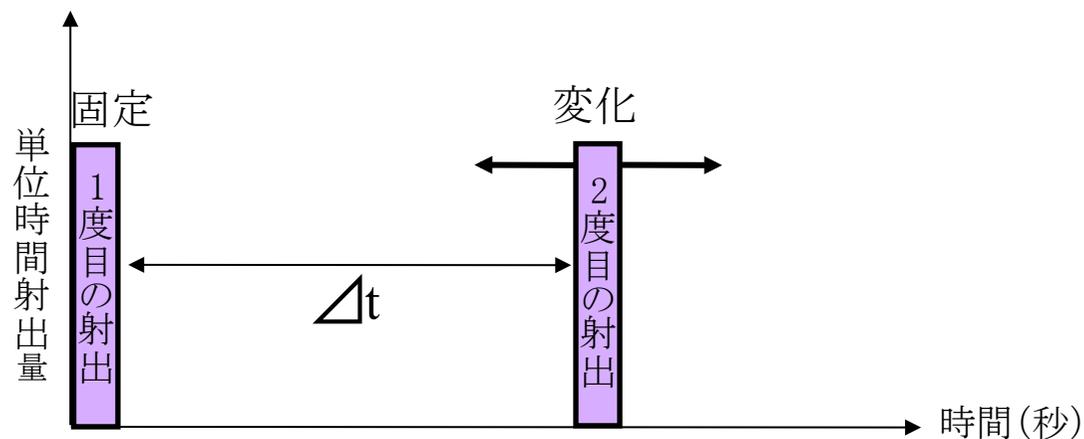


測定結果から推定したオフ特性モデル



嗅覚における分離閾値

- 視覚・聴覚における分離閾値は既に測定済み
 - 例) テレビ: フレームレート秒30コマ
 - 嗅覚における分離閾値の測定
 - 一呼吸中で2種類の香りを嗅ぎ分けられる射出間隔を測定
- 2回の香り提示に対して...
- 分離検知閾値: 分離して感じる最短射出間隔
 - **分離認知閾値**: 両方の香りの種類を特定できる最短射出間隔



分離検知・認知閾値の測定結果

分離検知閾値

射出1	ラベンダー	ラベンダー	レモングラス	レモングラス	ペパーミント	ペパーミント	総合平均
射出2	レモングラス	ペパーミント	ラベンダー	ペパーミント	ラベンダー	レモングラス	
平均値(秒)	0.78	0.61	0.87	0.60	0.83	0.80	0.75
標準偏差	0.41	0.34	0.36	0.29	0.43	0.36	0.37

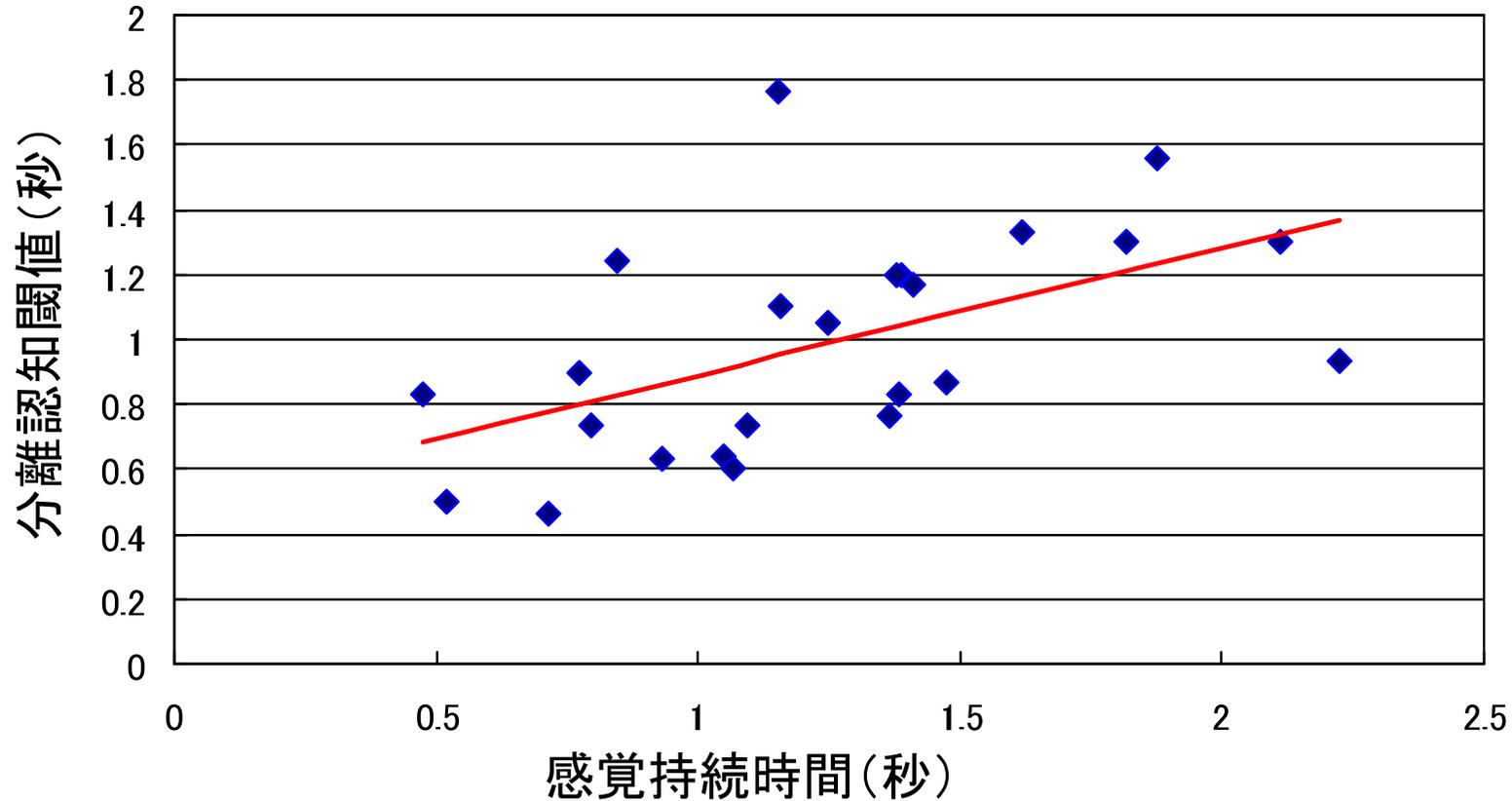
分離認知閾値

※認知不可の結果を除く

射出1	ラベンダー	ラベンダー	レモングラス	レモングラス	ペパーミント	ペパーミント	総合平均
射出2	レモングラス	ペパーミント	ラベンダー	ペパーミント	ラベンダー	レモングラス	
平均値(秒)	1.02	0.94	1.09	0.81	1.04	0.95	0.98
標準偏差	0.49	0.45	0.35	0.46	0.42	0.35	0.42

※ それぞれの一元配置分散分析より
香りの種類による差はない($p>0.05$)
被験者ごとの差はあり($p<0.01$)、大きい

感覚持続時間と分離閾値の関係(1/2)

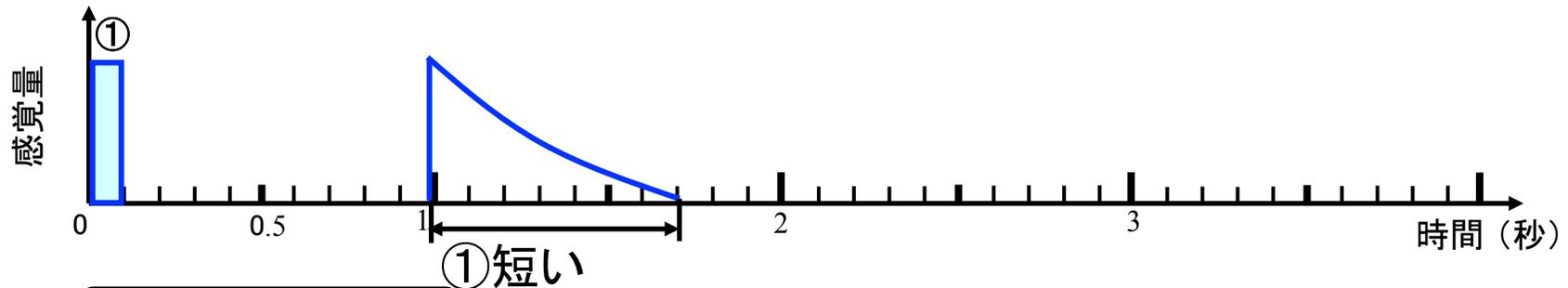


感覚持続時間と分離認知閾値はやや相関あり
相関係数 **0.56**

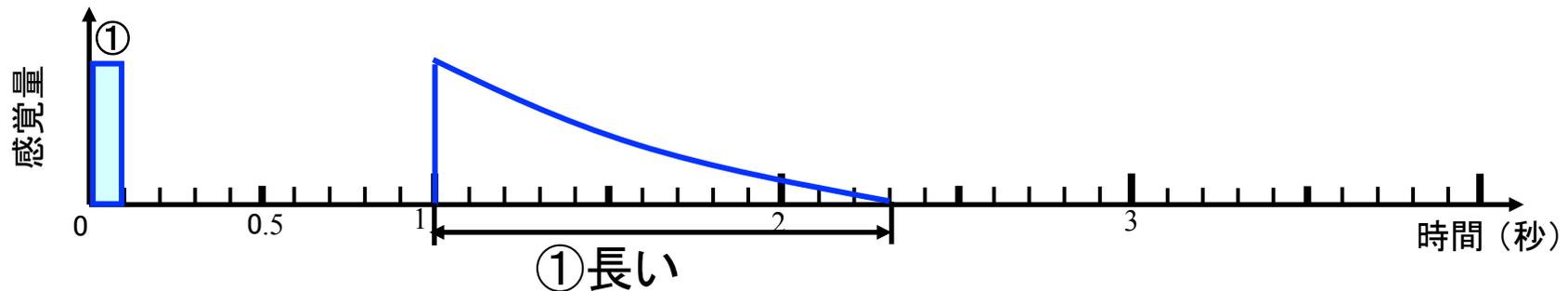


感覚持続時間と分離閾値の関係(2/2)

短時間グループ



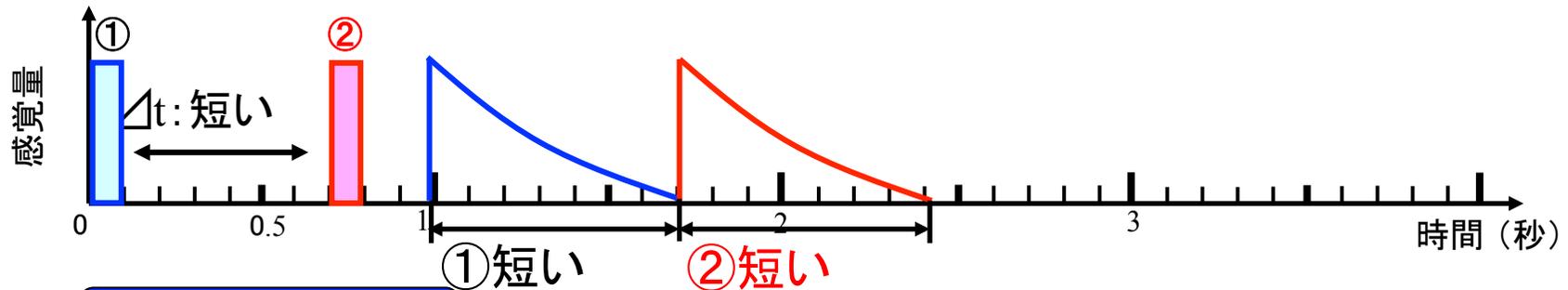
長時間グループ



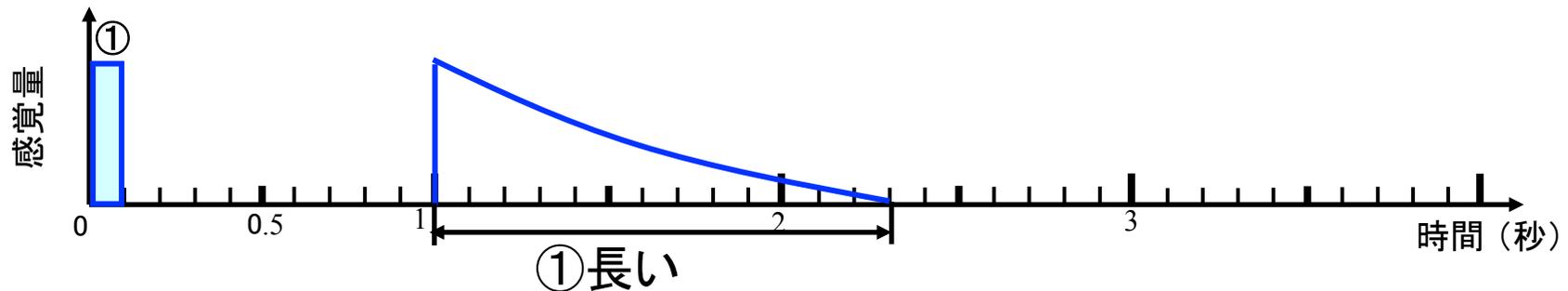
2つの香りの分離閾値はパルス射出に対する個人の感覚持続時間に関係する

感覚持続時間と分離閾値の関係(2/2)

短時間グループ



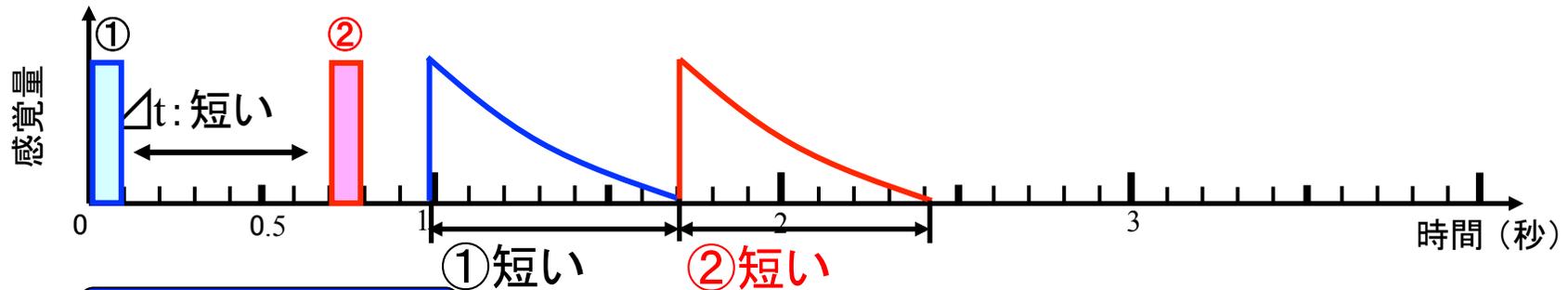
長時間グループ



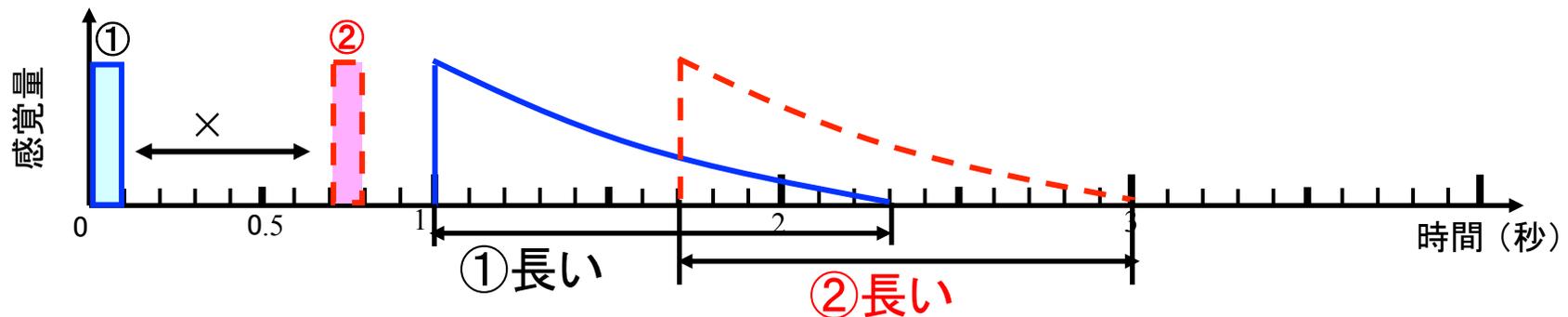
2つの香りの分離閾値はパルス射出に対する個人の感覚持続時間に関係する

感覚持続時間と分離閾値の関係(2/2)

短時間グループ

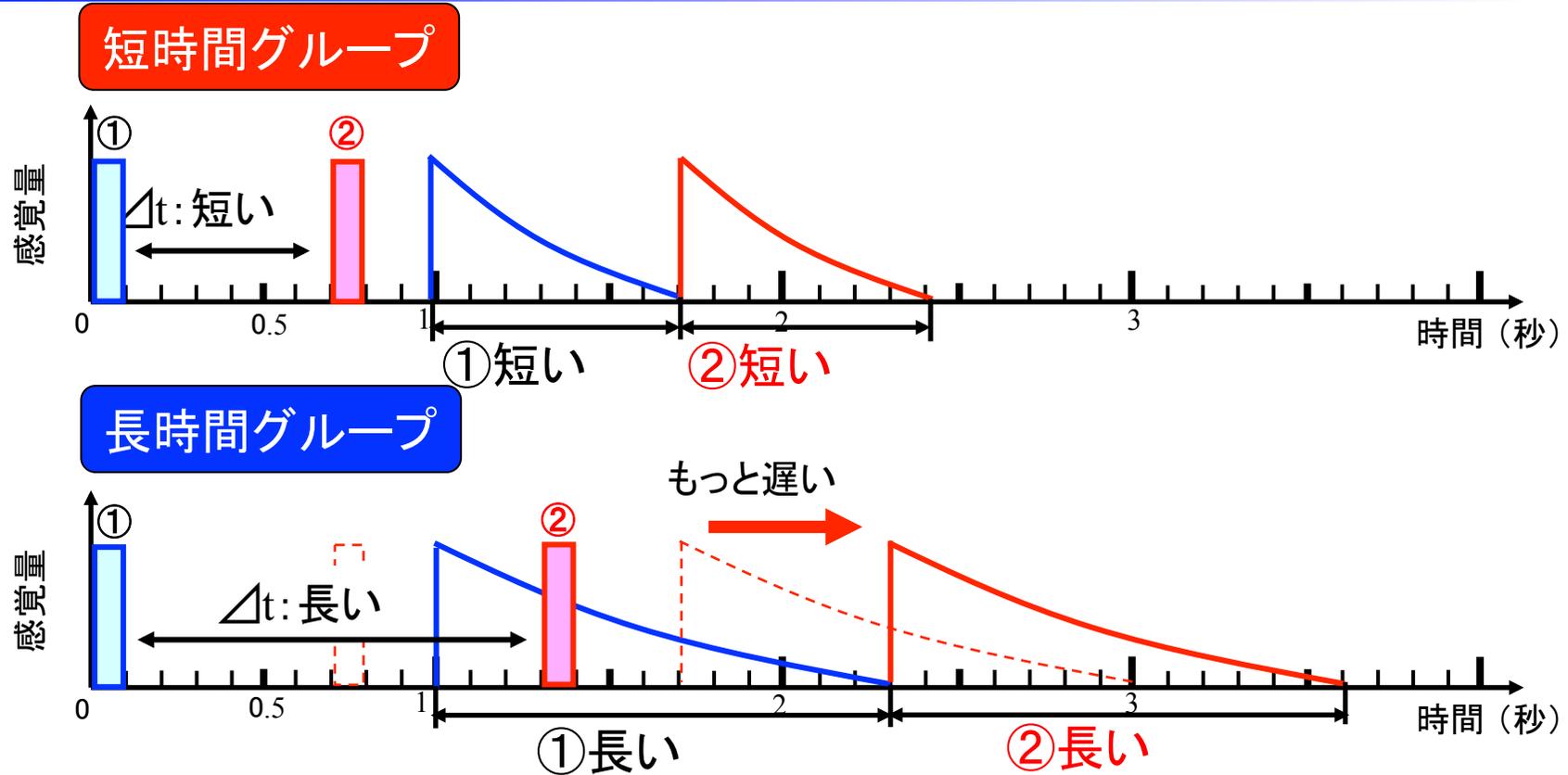


長時間グループ



2つの香りの分離閾値はパルス射出に対する個人の感覚持続時間に関係する

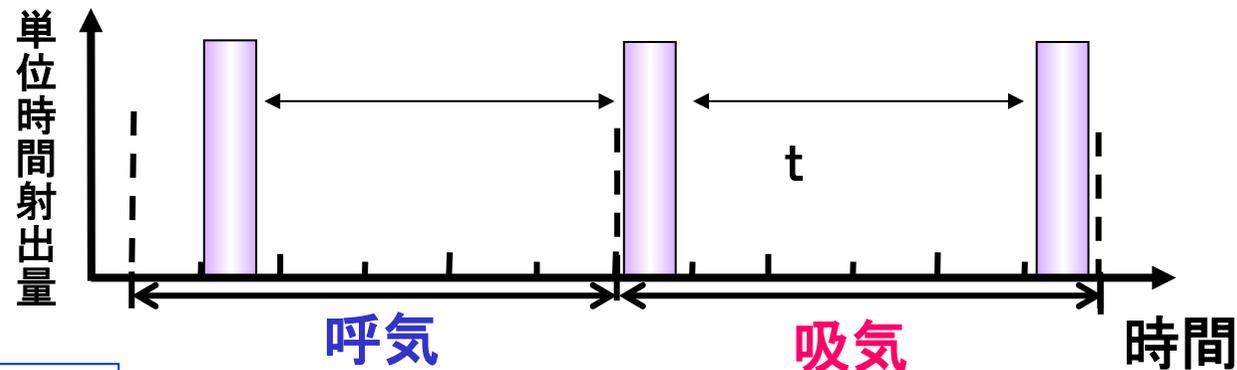
感覚持続時間と分離閾値の関係(2/2)



2つの香りの分離閾値はパルス射出に対する個人の感覚持続時間に関係する

長時間香りを感じていられる射出方法

■ パルスを一定間隔 t で射出



tの条件

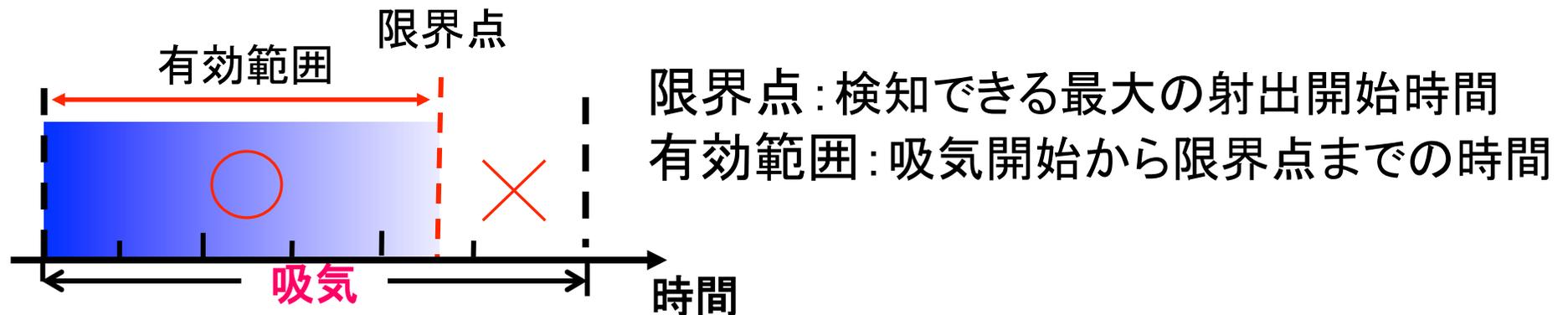
- 順応の影響を軽減するため、可能な限り長くする
- 毎呼吸で香りを感じられるようにする

tを決定するために吸気中の**嗅覚特性**を測定



吸気中の射出有効範囲

目的: 吸気開始からいつまで香りを検知できるのか



実験方法

- 吸気中でタイミングをずらしながらパルス提示
- 被験者は香りを感じたか回答
- 限界点を測定、有効範囲を算出

実験結果 (被験者15人)

有効範囲: (吸気全体の) $2/3$ 標準偏差: 3.15 (個人差小)

射出間隔の決定

実験より

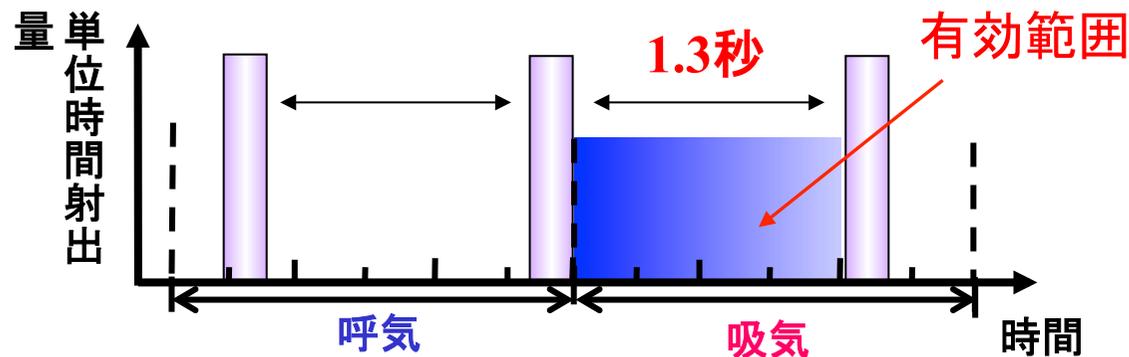
香りを検知できる有効範囲は2/3



有効範囲内にパルス射出を最低1回入る間隔でtを設定すれば毎吸気で香りを感じさせることが可能

■ 健常者の呼吸: 約12回/分 吸気と呼気の比率: 1:1.5

※呼吸運動療法の理論と技術より

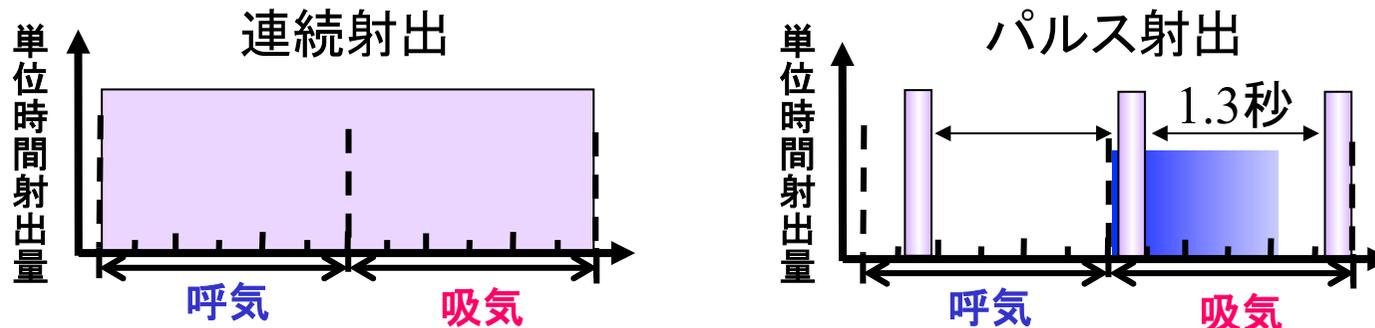


- 平均吸気時間: 2秒
- 有効範囲: 1.3秒

射出間隔を1.3秒に設定

射出間隔1.3秒の妥当性を比較検証

- 10人の呼吸50回における、提示方法での比較



提示方法	総射出時間	有効範囲に入る確率
連続射出	272秒	100%
パルス射出	48秒	98%

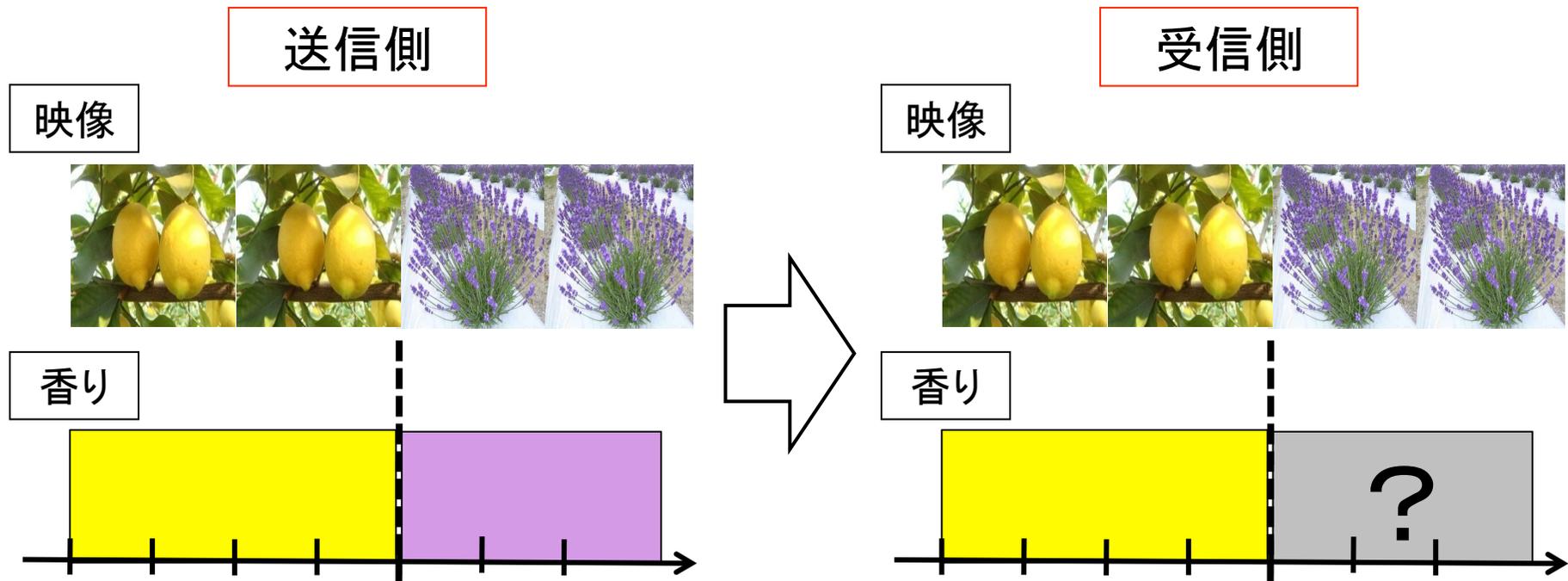
提示する香料の少量化を実現
高確率で連続的に香りを感じさせることが可能

高速切り替え時の問題点

■ 従来の香り提示手法

高濃度・長時間連続提示

- 残り香：空間に香りが残留
- 順応効果：匂いを感じなくなる



香りの高速な切り替えは不可能

香りの高速切り替えが可能な手法の提案

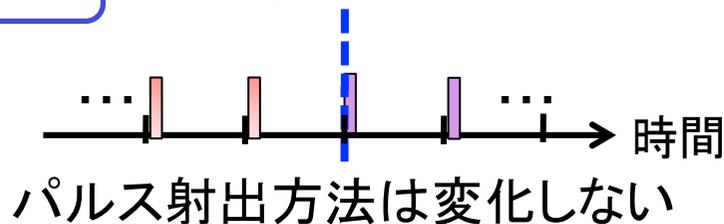
パルス射出を用いた

香りの高速切り替えを可能とする提示手法の提案

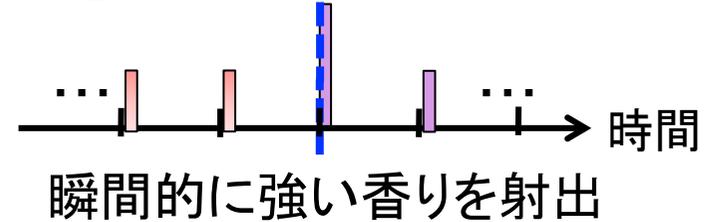
- パルス射出を用いることで香料を少量化
- 香りの切り替え時にパルス射出方法を変化
 - ⇒ 2つの香りの切り替わりの感じ方を測定

射出方法

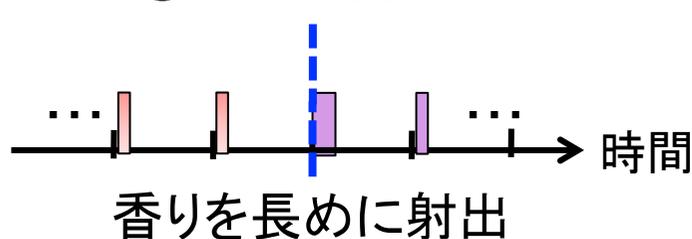
基準パターン



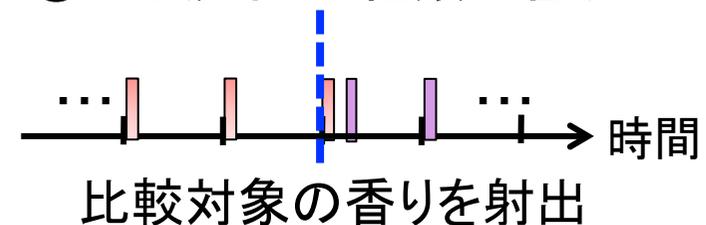
① 単位時間射出量2倍



② パルス幅2倍



③ 1呼吸中に2種類の香り

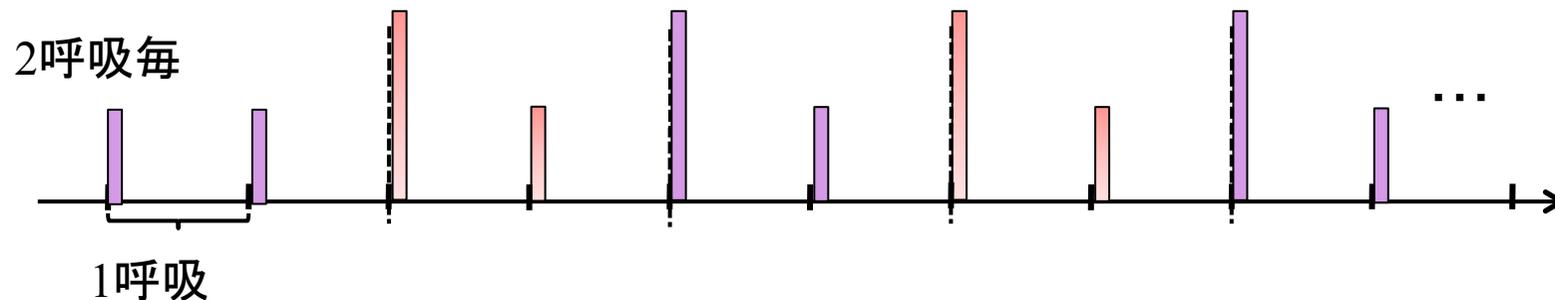


! 香りの切り替わるタイミング

2種類の香りの高速切り替え手法

高速に香りを切り替えるには以下が適当

- 切り替え時に**単位時間射出量を2倍**
- **2呼吸毎**の切り替え

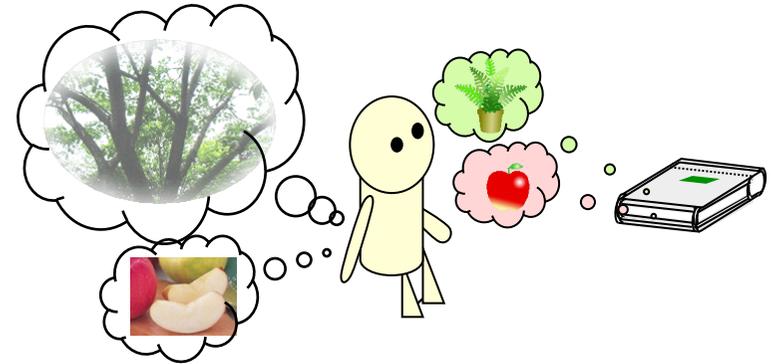


この手法により、約5分間高速切り替えを感知可能

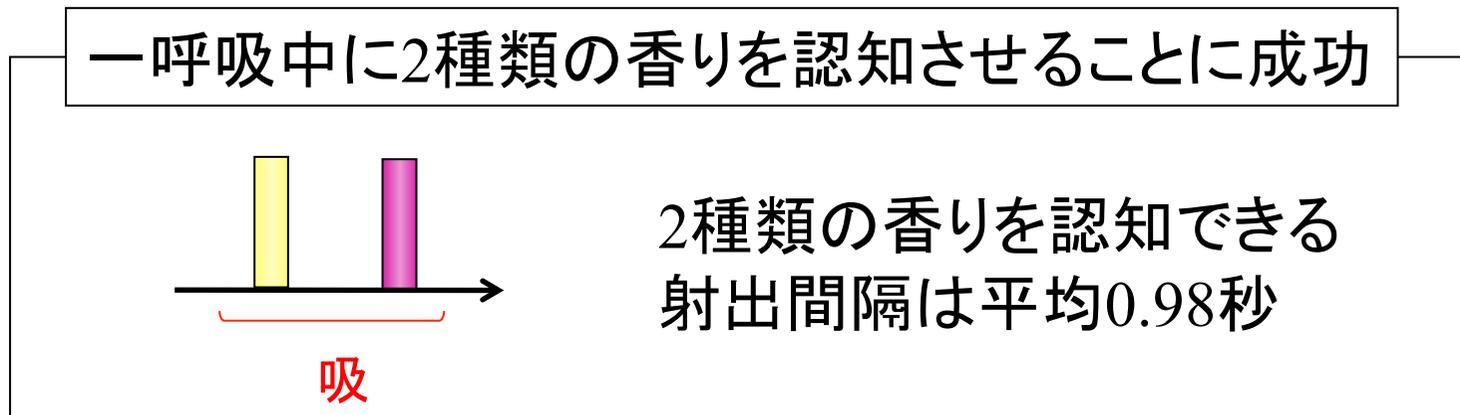


2種類の香りの同時提示の問題点

- 映像メディアと共に香りを利用
 - 香りを持つ複数の対象が同時に登場
複数の香りを同時に提示することで臨場感を高めることが可能



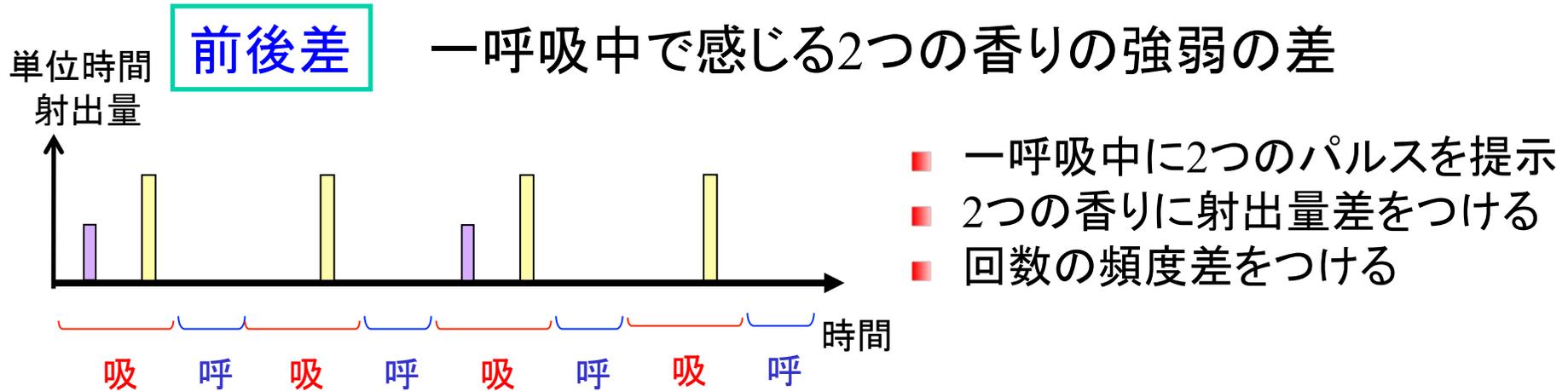
- 複数の対象物には空間的な位置関係がある
2つの対象の前後関係に合わせた香り提示が必要



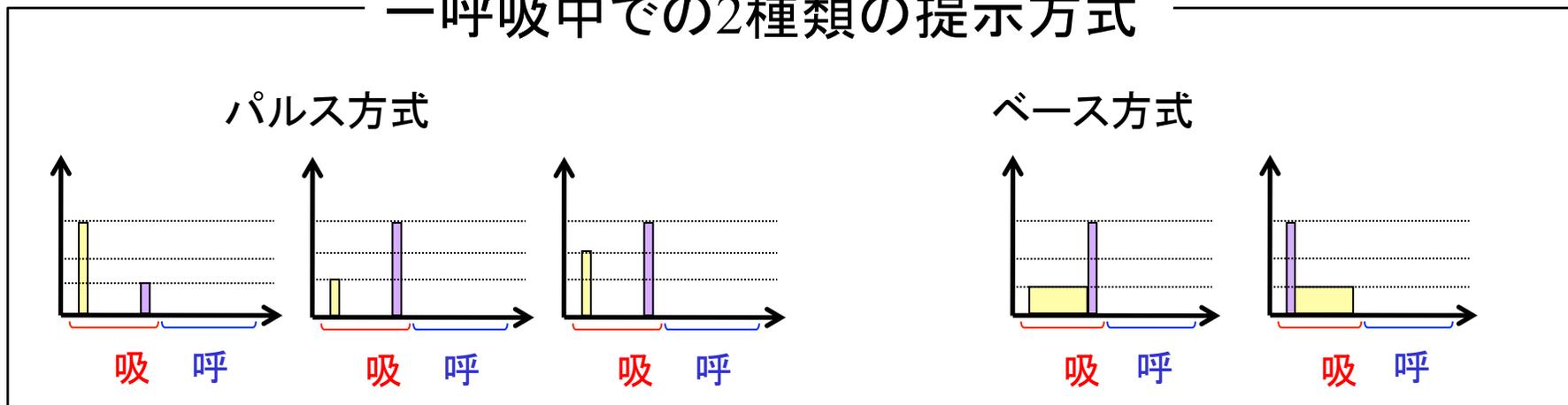
2つの香りに前後関係を演出することは不可能

2種類の香りの前後関係演出

2種類の香りの前後関係演出を可能とする提示手法の提案



一呼吸中での2種類の提示方式

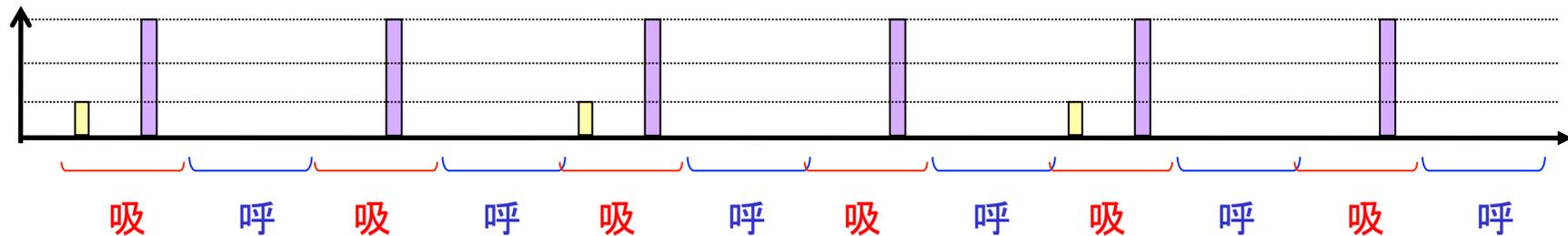


一呼吸中での嗅覚特性を調べ連続呼吸へ応用

2種類の香りの前後関係演出手法

連続呼吸における前後関係演出には以下が適当

- パルス方式を使用する
- 2つの香りの射出レベル差を2以上開ける
- 射出レベルが低い香りを先に提示
- 先に提示する香りの頻度を2分の1に減らす



90%以上の人が2種類の香りの前後関係を感知可能



成果

	平成19年度	平成20年度	平成21年度	合計
査読付き論文数*1	5件 (4件)	10件 (7件)	9件 (5件)	24件 (16件)
被引用論文数*2	0件 (0件)	0件 (0件)	0件 (0件)	0件 (0件)
その他の誌上発表数*3	5件 (0件)	10件 (0件)	9件 (0件)	24件 (0件)
口頭発表数	2件 (0件)	2件 (0件)	1件 (0件)	5件 (0件)
申請特許数	1件 (0件)	2件 (0件)	2件 (0件)	5件 (0件)
登録特許数	0件 (0件)	0件 (0件)	0件 (0件)	0件 (0件)
国際標準提案数	0件 (0件)	0件 (0件)	0件 (0件)	0件 (0件)
国際標準獲得数	0件 (0件)	0件 (0件)	0件 (0件)	0件 (0件)
受賞数	2件 (1件)	4件 (1件)	4件 (0件)	10件 (2件)
報道発表数	0件 (0件)	0件 (0件)	0件 (0件)	0件 (0件)
報道掲載数	1件 (0件)	1件 (0件)	0件 (0件)	2件 (0件)

