

2018年4月25日（水）Cedepセミナー

早く産まれた赤ちゃんの“泣き声”は 何を伝えるか？

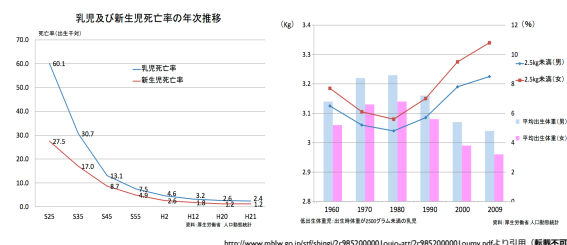
—音響的、生理学的解析および心理学的指標からの検討—

東京大学大学院教育学研究科 附属
発達保育実践政策学センター・特任研究員
新屋裕太

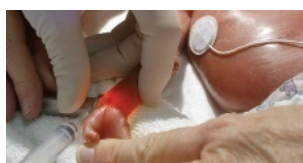


背景：早産児とは

- 早産児：在胎週数37週未満の児
- 日本では医療進歩により、新生児の救命率は上昇
早産児（低出生体重児）の出生率は増加の一途



NICU（新生児集中治療室）



Nature, 444(9), November 2006

- 子宮内と異なる光環境
- 母親（養育者）との分離
- 過度な音環境（騒音）
- 「痛み」をとまなう（と思われる）
医療処置経験の蓄積



NICUで育った児の発達予後

- 重度の神経学的疾患が退院時に認められなくても、
発達的な問題を有するリスクが高い
- 妊娠週数28週未満と、出生時体重1000グラム未満で
生まれた赤ちゃんでとくにリスク高

認知機能と言語発達の遅れ
情動発達の問題（うつ・不安障害）
注意欠陥多動性障害（ADHD）（2.5–4倍）
学習障害（LD）（4–7倍）
自閉症と診断される割合の高さも（2–3倍）

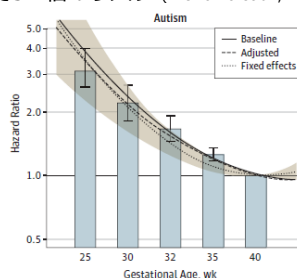


自閉症ラットを超えて
--- Nature, 2011
“New mouse models
of autism highlight
need for standardized
tests”

...「早期出生」が発達リスクにつながる？

参考：早産児における自閉症の罹患率

- 自閉症の罹患率は、在胎週数が短いほど高くなる傾向にあり、在胎週数23～27週の児では、満期産児に比べて3.2倍のリスク (D'Onofrio et al., 2013)



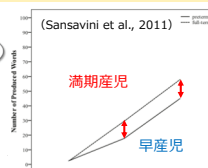
早産児の認知・言語発達

近年のコホート研究：重篤な疾患のない早産児でも、

- 認知・言語発達の問題を抱えるリスクが高い
（在胎週数が短い児ほど顕著） (Aarnoudse-Moens et al., 2009; Woythaler et al., 2015)

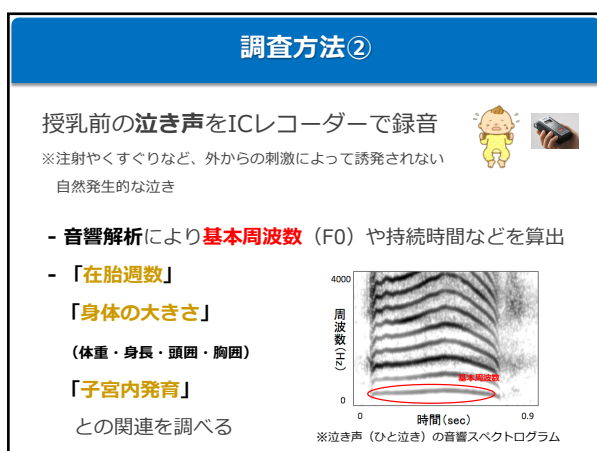
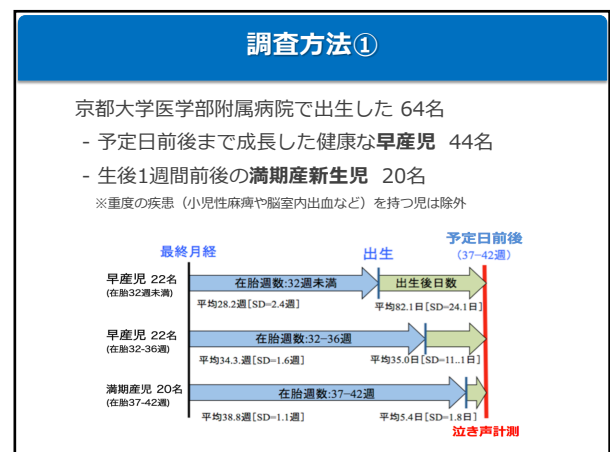
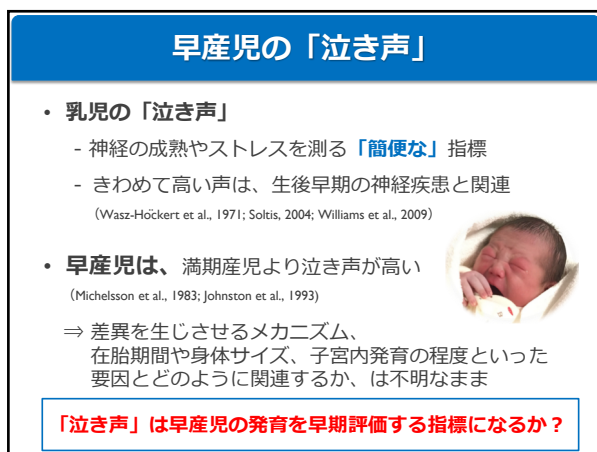
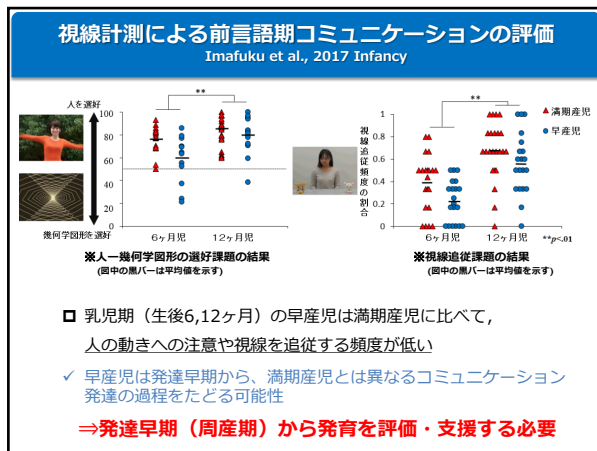
✓ 早産児は、乳児期後半や子ども期の語彙獲得が遅い

(Poster-Cohen et al., 2007; Sansavini et al., 2011; Barre et al., 2011; Luu et al., 2009; van Noort-van der Spek, Franken, & Weisglas-Kuperus, 2012)



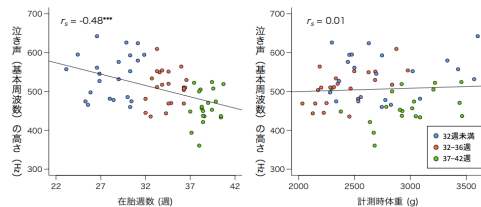
＜発話できる語彙の数＞

- 満期産児：30語（18ヶ月）
58語（24ヶ月）
- 早産児：18語（18ヶ月）
45語（24ヶ月）



分析結果

- ① 予定日より早く生まれた児ほど、泣き声の高さ（基本周波数）が高い
- ② 泣き声の高さは、身体の高さと関連しない
- ③ 早産児の約半数にみられた子宮内発育の遅れも関連しない



Yuta Shinya^{1,2}
Masahiko Kawai³
Fusako Niwa⁴
Masako Myowa-Yamamoto⁵

Associations Between Respiratory Arrhythmia and Fundamental Frequency of Spontaneous Crying in Preterm and Term Infants at Term-Equivalent Age

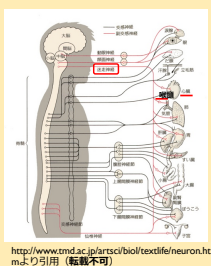
Shinya, Kawai, Niwa, & Myowa-Yamamoto, 2016 Developmental Psychobiology

本研究の着眼点

なぜ早産児の泣き声は高いのか？

「迷走神経」：主要な副交感神経の一つ

- 心臓や腸、喉頭筋を調整する働き
 - 喉(声帯)の緊張を緩和する
 - 呼吸に伴う心拍の変動の大きさにより、活動レベルが測定される
- 早産児：生後早期の呼吸性心拍変動が満期産児よりも低い (Patal et al., 2008)

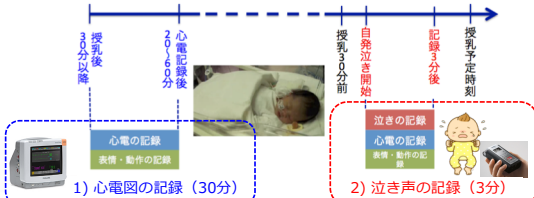


「迷走神経の不全による声帯の過緊張」が関与？

調査方法①

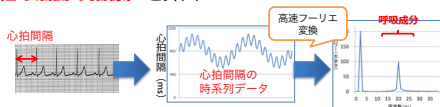
- 京都大学医学部附属病院で出生した 50名
- 予定日前後の健康な早産児（在胎37週未満） 25名
 - 生後1週間前後の満期産新生児 25名
- ※重度の疾患（小児性麻痺や脳室内出血など）を持つ児は除外

<調査の流れ>

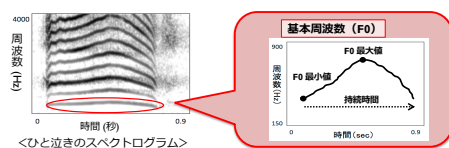


調査方法②

- 1) 静睡眠時5分間の心電図から、心拍変動の呼吸成分（迷走神経の活動の指標）を算出

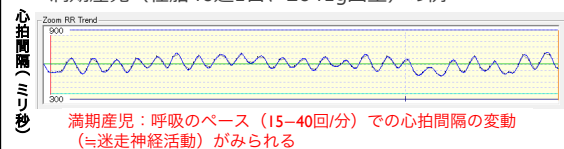


- 2) 授乳前の泣きを音響解析し、ピッチ（基本周波数）を算出



睡眠時（1分）の心拍変動の比較

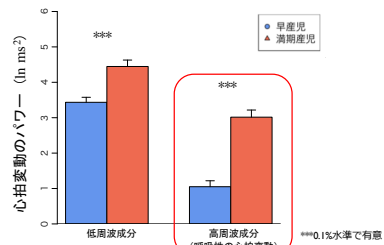
- 満期産児（在胎40週1日、2641g出生）の例



- 早産児（在胎28週5日、1602g出生）の例



分析結果① -心拍の変動の比較-

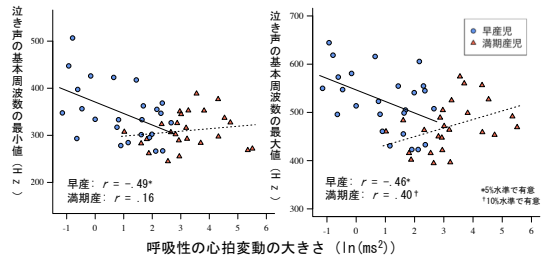


- ①早産児は満期産児に比べ心拍の変動（ゆらぎ）が小さい
 →迷走神経の活動レベル：早産児＜満期産児
 （先行研究に一致する結果）

分析結果② -心拍の変動と泣き-

②心拍の変動が小さい児ほど泣き声のピッチが高い

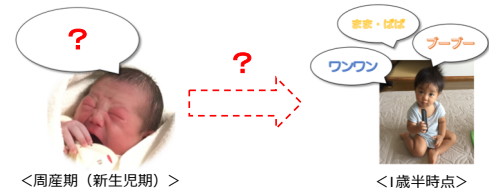
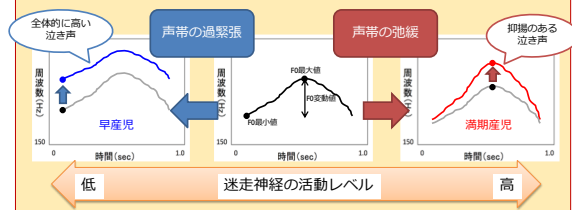
- 特に早産児ではその傾向が顕著に見られた
- 満期産児は変動が大きい児ほど、泣き声の抑揚が大きい



研究2のまとめ

【結論】予定日前後の早産児の高い泣き声は、**迷走神経活動の不全に伴う声帯緊張**が原因だと考えられる

<迷走神経と泣き声の高さの関係>



研究3.早産児の泣きは発達を予測するか？

Shinya, Kawai, Niwa, Imafuku & Myowa, 2017 Frontiers in Psychology

22

乳児の泣きは発達を予測する？

Developmental Outcome Prediction From Acoustic Cry Analysis in Term and Preterm Infants

Barry M. Lester, PhD

From the Departments of Child Psychiatry/Human Behavior and Pediatrics, Brown University, Bradley Hospital and Women and Infants' Hospital of Rhode Island, Providence

TABLE 2. Classification of 18-Month Bayley Scores by Neonatal Cry Measures*

Measure	High Bayley Score	Low Bayley Score
High av fundamental frequency	2	14
Low av fundamental frequency	14	1
High change fundamental frequency	5	10
Low change fundamental frequency	11	5
High change first formant	12	4
Low change first formant	4	11
High av amplitude	11	5
Low av amplitude	5	10

* Results are numbers of infants.

- 新生児期の泣きと認知発達 (Lester et al., 1987 Pediatrics)
 - 早産児18名 (在胎28-34週)、満期産児13名
 - 新生児期の泣きの音響解析 (F0、振幅、持続時間など)
 - F0が高い群：18ヶ月時点で認知機能のスコアが低い
 - 迷走神経との関連を示唆、ただし問題点が多い
 - ✓ サンプルサイズ、在胎週数の統制、分析方法など

23

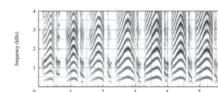
泣きと言語発達の関係

• 進化的生物学の観点 (Darwin, 1872など)

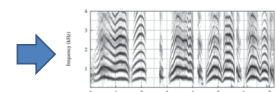
- 泣き声の**メロディー**の発達、その後の複雑な音声言語を獲得する上で重要

• 音声学の観点 (Wernke et al., 2007; Mampe et al., 2009)

- 乳児の泣き声は、新生児期から豊かなメロディーを示し、生後数ヶ月間でその**バリエーションが増加する**
- 言語発達遅滞児 (2歳半) は生後早期の泣きメロディーが単調



新生児期：ピッチの変動が**小さい**、複雑なメロディーが**少ない**

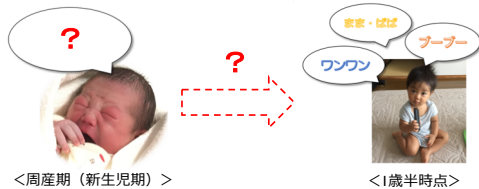


生後2-3ヶ月：ピッチの変動が**大きい**、複雑なメロディーが**多い**

調査の目的

✓ 早産児と満期産児を対象に、

- ① 周産期の泣き声のメロディー特性（ピッチの変動、メロディーの複雑さ）を評価し、
- ② 1歳半時点の認知・言語発達 との関連を評価する

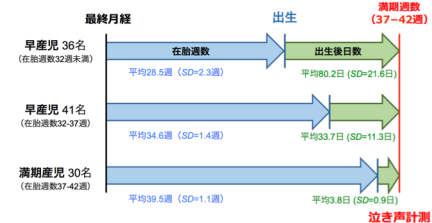


調査方法

京都大学医学部附属病院で出生した 107名

- 予定日前後の健康な早産児（在胎37週未満） 77名
- 生後1週間前後の満期産新生児 30名

※重度の疾患（小児性麻痺や脳室内出血など）を持つ児は除外



調査方法（周産期）

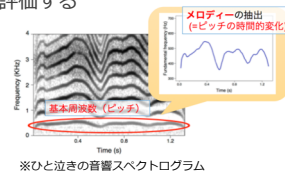
授乳前の泣き声をICレコーダーで録音

（※注射など、外からの刺激によって誘発されない、自然発生的な泣き、1～3分間程度）

- 音響解析により基本周波数（ピッチ）を推定し、以下のメロディーの特性を評価する

- 「ピッチ変動の大きさ」

- 「メロディーの複雑さ」



具体例：メロディー特性（ピッチ変動）の評価

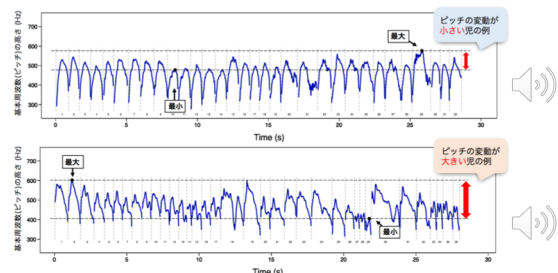


図1. 図中の青線は60秒間に生じた一連の泣き声のメロディー（ピッチの時間的変化）を示し、赤い矢印はピッチの変動の大きさを示す。

調査方法（1歳半時点）

1歳半時点で言語・認知発達の評価を行なう

- ① 発達検査（新版K式発達検査）

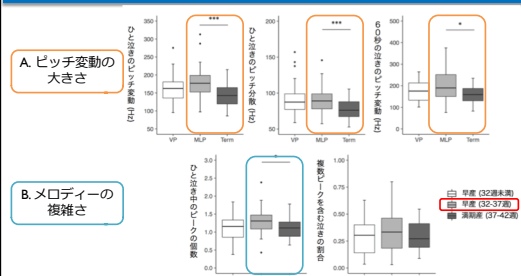
運動・認知・言語の3側面の発達を評価

- ② 質問紙調査（マッカーサー乳幼児言語発達質問紙）

身振りなどのコミュニケーション能力や、語彙の理解、産出能力などを評価



結果① 周産期の泣き声のメロディー特性

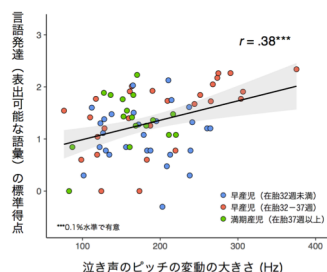


早産児（32-37週）：ピッチ変動が大きく、メロディーの複雑さが高い

- 早産児（32週未満）では満期産児との間に違いが見られなかった

⇒ 低リスク児のみ、生後の経験がメロディーの発達を促した可能性

結果② 泣き声と言語発達に関連



- 泣き声のピッチの高さは、1歳半時点の発達とは関連しなかった
- 泣き声のピッチの変動が大きいほど、**1歳半時点の言語・認知能力が高い**（特に、表出可能な語彙の数が多い）

研究3のまとめ

- 周産期の環境経験が泣きのメロディー特性に影響する
– 低リスクの早産児(>32週)ではピッチ変動が増加
- 周産期の泣きのメロディー特性は、乳児期以降の**音声や語彙の学習を予測する**



考察：早産児の泣き声は何を伝える？

□ 周産期の泣き声のピッチの増加（研究1）

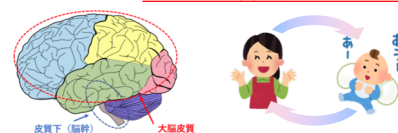
- ✓ 発達予後のリスクを反映？
 - 副交感神経活動の低下による緊張と関連（研究2）
 - 周産期の呼吸性HRVはその後の認知・社会性の発達を予測（Feldman & Eidelman, 2009）
 - 1歳半時点の認知発達予後とは関連せず（研究3）
- ✓ 生後の経験による“発達”を反映？
 - 生後、ピッチの高さ（F0最大値）は増加する（Gilbert & Robb, 1996）
 - ✓ ピッチの高い泣きは親に「緊急性」を伝え、「敏感な」養育行動を促進しやすい（一方で、虐待のリスクも）（Out et al., 2010）
 - 早期の外界環境への“適応”の可能性も

33

考察：早産児の泣き声は何を伝える？

□ 周産期の泣き声のメロディーの増加（研究3）

- ✓ 喉頭部をコントロールする能力は、生後初期の**脳成熟（皮質の発達）**を反映する可能性
- ✓ **メロディーの多様性**は、大人との音声を介したやり取りの過程で言語の**模倣学習を促進する**
→**乳児期の言語獲得に寄与した可能性**



周産期以降の泣きの発達や養育者側の知覚も調べる必要

社会的意義と課題

- **言語(認知)発達のリスクを評価する指標**
 - **機械学習 (AI)** による高精度な自動解析の実現
- **「親子」に対する周産期からの支援**
 - ✓ NICU入院中の早産児への**語りかけ**（Caskey et al., 2014）
 - ✓ 親（とくに母親）の**精神的健康、親子関係支援**



早産児の発育を周産期から評価・支援する指標
周産期の泣き声のメロディーを より豊かに

謝辞

調査にご協力いただいたお子さま、保護者の方々、病院スタッフの皆さまに深く感謝致します。

<共同研究者>

明和政子先生（京都大学教育学研究科）
河井昌彦先生（京都大学医学研究科）
丹羽房子先生（京都大学医学研究科）
今福理博（武蔵野大学子ども学部）
稲川三千代（聖コゼフ医療福祉センター）