

トランスコスモス財団調査研究助成事業 2024 報告書

2025/6/10

公立ほこだて未来大学

教授 石樽 康雄

1 はじめに

本報告書は、トランスコスモス財団調査研究助成事業による助成にて実施した「**軽度認知障害の早期検出手法に関する研究とメディカルICT研究推進**」に関する 2024 年度研究に関するものである。

2 構成

本研究報告は以下の構成にて記述する。

- はじめに
- 方法
- 結果
- 考察
- 結語
- 発表論文リスト
- 参考文献
- 別紙

3 はじめに

近年の高齢化に伴う認知症患者の増加は深刻であり、主症状には記憶や言語などの認知機能の低下がある。これらの症状は進行を一定程度遅らせることが可能であるが、回復させることは難しいとされる。しかし、認知症の前段階である軽度認知障害（MCI）での治療開始により、認知症への移行を抑止できる可能性があるため、MCIの早期発見と治療が重要である。今後、さらなる高齢者の増加を見据え、日常会話を活用するなど簡便なMCI検出システムの実現が期待される。

先行研究では、1～2分の発話の音響特徴を用いた機械学習によるMCI検出が試みられており、83.3%の分類精度が報告されている¹⁾。しかし、これらの研究は長い発話や特定の課題が使用されており、日常会話への適用は考慮されていない。そこで本研究では、日常会話への適用を目指し、より短い発話を用いたMCI分類の可能性を検討することを目的とした。本稿では、機械学習による健常者とMCIの分類を発話の長さ（時間）別に行い、学習モデルの評価および特徴量の貢献度分析を通じて、短い発話を活用したMCI分類モデルの可能性について述べる。

4 方法

4.1 使用データ

本研究では、柴田らが作成した高齢者コーパス²⁾を使用した。このコーパスには、60～70歳の高齢者（MCI：15名、健常者：45名）が回答した自然発話やイラスト描写音声（1～2分程度）、合計

12問のインタビュー音声データとMMSE (Mini Mental Sate Examination) 情報が含まれている。

4.2 分析方法

上記の音声データを4つの群 ((1)全体の1~2分, (2)冒頭30秒, (3)冒頭20秒, (4)冒頭10秒) に分割し, ランダムフォレスト (RF: Random Forest) を用いて2群分類 (学習用70%、評価用30%) を実施した。評価指標として, 正解率, 適合率, 再現率, F1スコアを用いた。モデルの汎化性能には10分割交差検証を採用し、平均正解率を算出した。また, 特徴量の貢献度指標は, RFの `feature_importances` を用い、重要度が0.01以上の特徴量と累積寄与率0.9以上となる特徴量を比較した。

4.3 特徴量

特徴量の抽出については, openSMILEのComParE (Computational Paralinguistic Challenge) 2016セット3)を用い, 各分割音声から6373個の音響特徴量を抽出した。openSMILEのComParEには, 音声の様々な側面を捉える特徴量が含まれている。それぞれの特徴量は, 人間の声の異なる特性 (例えば, 音響的なエネルギー, スペクトル形状など) を捉えるものである。

5 結果

Table1に各群, (1)1~2分群, (2)冒頭30秒群, (3)冒頭20秒群, (4)冒頭10秒群における分類結果を示す。Table 1に示すとおり健常者とMCIの識別を実施した結果, 1~2分群が最も高い精度を示したが, 冒頭30秒群でも82%と高精度を維持した。交差検証の平均正解率に大きな差はなかった。

特徴量の貢献度分析では, 重要度が0.01以上の特徴量は全群で声質を捉える特徴mfcc (Mel Frequency Cepstral Coefficients) が6~7割を占めたが, 発話時間が長くなるほどmfccの割合が減少し, 声の強さを捉える特徴pcm(Pulse Code Modulation)と声の音色特徴audSpec(Auditory Spectrum)が増加した。累積寄与率0.9以上では, mfccの割合減少とpcm, 声の高さ(ピッチ)を表す特徴f0final(Fundamental Frequency Final Value), audSpec, 声の明瞭さやクリアさを測定する特徴logHNR (Logarithmic Harmonics-to-Noise Ratio) の増加が確認された。

Table1 Evaluation of Classification Across Speech Durations

	Accuracy	Precision	Recall	F1-score	Cross-validation Mean Accuracy
(1) 1 to 2 minutes	0.84	0.85	0.84	0.82	0.74
(2) First 30 seconds	0.82	0.84	0.82	0.79	0.72
(3) First 20 seconds	0.80	0.80	0.80	0.77	0.70
(4) First 10 seconds	0.79	0.79	0.79	0.74	0.74

6 考察

結果の分類精度の評価から, 発話時間が短いと精度は0.02低下するものの, 短い発話を用いたMCI分類の可能性が示された。本研究ではMCIの早期発見を目指し, 再現率を重視したが, 1~2分と比べて, 冒頭30秒は2%の低下に対し, 冒頭20秒, 冒頭10秒では再現率が4~5%と低下した。特徴量の貢献度分析においても, 1~2分と比べて, mfccの割合が冒頭30秒は2%の増加に対し, 冒頭20秒, 冒頭10秒では, 7~8%増加しており, 過学習を起こしやすい状態であった。このことから, 本実験で使用した条件において日常会話を模擬した想定では, 短い発話を用いたMCIの分類として冒頭30秒程度が妥当と示唆された。

7 結語

本研究では短い発話を用いたMCI分類の可能性を検討し、発話時間が短くても分類精度が一定水準を維持できることが確認できた。特徴量の貢献度分析から、声質を捉える特徴mfccが分類において重要な役割を果たすことが分かった。今後は、日常会話への適用を目指すために、実際の会話データを使って分析する必要がある。その基礎検討として会話の内容のMCIの分類への影響分析を行う必要がある。

8 未来大における医療・健康CITへの取り組み状況

本報告では軽度認知障害（MCI）の分類における発話時間の影響分析を行い、その結果を考察した。一方、我々は、医療・健康ICTを学部3年時の段階で学ぶデジタルヘルスプロジェクト学習も運営しており、その成果も期待している。2024年度は別紙1に示すようなテーマで取り組んでおり、毎年、医療関係者に高く評価されている12)。

我々の医療ICTへの取り組み成果を共有するため、毎年、未来大学メディカルICT研究会を開催しているが、2023年度には、第13回研究会（2024.3）を開催し、本研究を含む我々の研究成果、また共同研究相手他の最新研究成果などを共有してきた。そのプログラムを別紙2に示す。

最後に貴財団からの支援に対し、心からの感謝の意を表す。

発表論文リスト

1. 加藤颯太郎, 佐藤生馬, 石樽康雄: “軽度認知障害 (MCI) の分類における発話時間の影響分析”, ライフサポート学会 第34回フロンティア講演会, 2025年3月10日~11日
2. 加藤颯太郎, 佐藤生馬, 石樽康雄: “短い発話情報を用いた軽度認知障害 (MCI) 分類に関する基礎検討”, 日本生体医工学会 第64回日本生体医工学会大会, 2025年6月5日~7日

参考文献

-
- (1) A. Yamana, et al, Mild Cognitive Impairment screening system by daily conversation. Proc. Int. Conf. ICT, 2022:349-360.
 - (2) 柴田大作, 他, 対照群付き高齢者コーパスの構築と認知症予備軍スクリーニング. 人工知能学会論文誌, 2019: 34(4).
 - (3) F. Eyben, et al, openSMILE: Open-source audio feature extractor. Proc. ACM Multimedia, 2010: 1459-1462.
 - (4) 公立はこだて未来大学ホームページ, <https://www.fun.ac.jp/pl1-theme#1-1>

別紙

1. 2024年度プロジェクト学習成果発表会 デジタルヘルス2024 (ポスター)
2. 第14回公立はこだて未来大学メディカルICT研究会 プログラム 2024.2
3. ライフサポート学会第34回フロンティア講演会 (掲載原稿)
4. 第64回日本生体医工学会大会 (予稿)

2024年度プロジェクト学習成果発表会

デジタルヘルス 2024

Digital health 2024



足立陽紀
Haruki Adachi

笹木大嵩
Masataka Sasaki

稲垣颯
So Inagaki

水井心蓮
Koren Mizui

植松優羽
Yu Uematsu

山本大河
Taiga Yamamoto

齊藤愛斗
Manato Saito

小松賢治
Kenji Komatsu

高坂錬
Ren Takasaka

大久匠士
Takushi Ohisa

佐藤好佳
Konoka Sato

概要

Outline

課題発見

Finding issues

医療の現状を文献調査
Survey of literature on the current state of medical care

現場調査

Fieldwork

医療従事者にヒアリング調査
Interview survey of healthcare professionals

試作

Prototyping

各グループで提案物を作成
Each group develops some proposals

発表

Presentation

各グループの提案物を発表
Presentation of each group's proposals

グループ活動

Group activity contents

医療従事者支援

少子高齢化に伴う看護師不足を解消するため、病棟看護師の業務負担を軽減する支援システムを提案する。このシステムは、Apple Vision Proを活用し、音声入力とMR技術を用いて看護記録の作成を効率化し、情報収集を迅速化するものである。また、誤投薬を防ぐために薬剤と患者の認証機能を搭載している。これにより、効率的かつ確実な看護業務の遂行が可能となる。

In order to resolve the nursing shortage caused by the declining birthrate and aging population, we propose a support system that reduces the workload of ward nurses. This system utilizes Apple Vision Pro and uses voice input and mixed reality technology to streamline the creation of nursing records and speed up information collection. It also has a drug and patient authentication function to prevent medication errors. This makes it possible to carry out nursing work efficiently and reliably.



独居高齢者支援

高齢化社会により、独居高齢者の世帯数が増加している。独居高齢者の生活に焦点を当て、独居高齢者と援助者が安心して生活できる「DSSS (Dokkyo Seniors Support System)」を提案する。DSSSはセンサー、アレクサ、AI、薬服用デバイスなど様々なものを家に設置し、高齢者の孤独感の解消に加え、行動や会話の記録、生活習慣の管理までを実現する。

Due to the aging society, the number of elderly households living alone is increasing. We focus on the lives of elderly people living alone and propose the "Dependent Living Support System (DSSS)" that allows elderly people living alone and their caregivers to live with peace of mind. DSSS installs various devices such as sensors, Alexa, AI, and medication devices in the home to eliminate the sense of loneliness of elderly people, record their actions and conversations, and manage their lifestyle habits.



健康増進支援

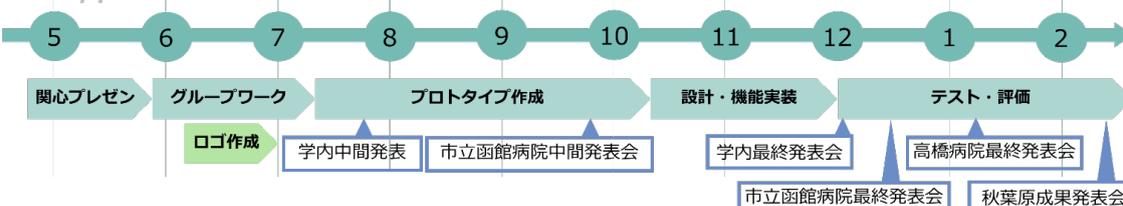
大学生は運動不足や睡眠習慣の乱れ、さらに食習慣の乱れなど多くの生活習慣の問題に直面している。一方、函館の地域問題としてフードロスが重要な課題となっている。地域とつながり大学生の生活習慣を改善するアプリ「BeFN (Be Fine and New)」を提案する。BeFNは生活習慣改善とフードロス問題を解決し、学生と農家がともにWell-beingを実現することを目指している。

College students face many lifestyle problems, such as lack of exercise, disturbed sleeping habits, and even disordered eating habits. Meanwhile, food loss has become an important regional issue in Hakodate. We propose "BeFN (Be Fine and New)," an application that connects with the local community to improve the lifestyle of university students. BeFN aims to improve lifestyle and solve the food loss problem, and to achieve well-being for both students and farmers.



活動経過と今後の活動

Activity process and Future works



第14回 公立はこだて未来大学メディカルICT研究会

2025年2月吉日

公立はこだて未来大学 教授 石樽 康雄
公立はこだて未来大学 准教授 佐藤 生馬

拝啓

新春の候、皆様におかれましてはますますご健勝のこととお慶び申し上げます。

昨年度のメディカルICT研究会は2024年3月に開催させていただきましたが、多くのみなさまにお集まりいただき、大変ありがとうございました。今回、本研究会の継続的な発展を目指して下記日程にて開催させていただきます。

年度末のお忙しい中、皆様におかれましてはスケジュール調整が大変困難かと存じますが、ご都合がよろしければ、ぜひ函館にてお会いできればと存じます。皆様のご参加をお待ちしております。

敬具

記

- ・日時 2024年2月27日（木） 12:30-17:00
2月28日（金） 9:00-11:50
- ・場所 公立はこだて未来大学 講義室R791 (現地開催のみ)

プログラム

○1日目 2月27日 12:30-17:00

0. 教育セッション（主に学生向け） 12:30-13:00

- 1) 12:30-13:00 “Medical professionals are residents of the existent lost world?”
西堀病院 薬剤科 紺野 昌洋

1. オープニング 13:00-13:05

公立はこだて未来大学 石樽 康雄

2. 学生セッション1（発表10分，質疑5分） 13:05-14:20

- 2) 13:05-13:35 “公立はこだて未来大学プロジェクト学習：デジタルヘルス 2024”（デモ・質疑含：30分）
公立はこだて未来大学 B3 齊藤 愛斗，足立 陽紀，佐藤 生馬，石樽 康雄
- 3) 13:35-13:50 “日常会話への適用のための短時間発話による軽度認知障害（MCI）検出に関する研究”
公立はこだて未来大学 B4 加藤 颯太郎，佐藤 生馬，石樽 康雄
- 4) 13:50-14:05 “覚醒下脳腫瘍摘出術における手術工程予測 AI の提案”
公立はこだて未来大学 B4 稗田 一瑳，佐藤 生馬，石樽 康雄
- 5) 14:05-14:20 “心臓弁膜症における術前・術後の 4D CT の統合による心リモデリングと治療結果の可視化手法の提案”
公立はこだて未来大学 B4 湊 雅弥，佐藤 生馬，石樽 康雄

3. 一般セッション1（発表15分，質疑5分） 14:30-16:10

- 6) 14:30-14:50 “移動型治療ユニットと 5G を利用した遠隔医療支援の実装とその効果に関する研究”
東京女子医科大学 先端生命医科学研究所 先端工学外科
北原 秀治、吉光 喜太郎、田村 学、正宗 賢
- 7) 14:50-15:10 “定量的手技解析による外科手術支援の取り組み”
神戸大学大学院医学研究科・医学部/未来医工学研究開発センター 山口 智子

- 8) 15:10-15:30 “心臓外科手術支援に特化したAIプラットフォーム”
札幌ハートセンター 橘 一俊, 公立ほこだて未来大学 佐藤 生馬
- 9) 15:30-15:50 “OPExPARK に関して”
株式会社OPExPARK 鈴木 薫之
- 10) 15:50-16:10 “医療機器の清浄性評価に関する研究”
国立医薬品食品衛生研究所 植松 美幸

4. 基調講演 1 (発表30分, 質疑10分) 16:20-17:00

- 11) 16:20-17:00 “AI による人生会議 (Advance Care Planning (ACP)) 支援システムの開発とその臨床
応用に関する仮想患者を用いた先行研究”
函館五稜郭病院 上原 浩文, 高橋病院 塚本 美穂

○2日目 2月28日 9:00-11:50

5. 学生セッション 2 (発表10分, 質疑5分) 9:00-9:45

- 12) 9:00-9:15 “テレワークにおける孤独感低減のための対人信頼向上支援方法の検討”
公立ほこだて未来大学 B4 里村 駿秀, 佐藤 生馬, 石樽 康雄
- 13) 9:15-9:30 “運動強度向上のための動機づけメッセージ提示技術に関する研究”
公立ほこだて未来大学 B4 井坂 圭太, 佐藤 生馬, 石樽 康雄
- 14) 9:30-9:45 “AR グラスを活用した仮想パートナー表示によるランニング動機づけ支援技術に関する研
究”
公立ほこだて未来大学 B4 加藤 駿弥, 佐藤 生馬, 石樽 康雄

6. 基調講演 2 (発表30分, 質疑10分) 9:55-10:35

- 15) 9:55-10:35 “健康・医療データの安全・安心な流通と情報信託機能のあり方について”
NTTデータ 花谷 昌弘, 坂岡 拓哉

7. 一般セッション 2 (発表15分, 質疑5分) 10:45-11:45

- 16) 10:45-11:05 “日本におけるデジタル治療用アプリの受容性分析: 技術受容モデルを適用した初期調査”
NTT社会情報研究所 高橋 公海
- 17) 11:05-11:25 “静養室での通所利用者の vital sign と動向のモニタリングの試み (仮)”
社会医療法人至仁会 介護老人保健施設 遊 中村 徹
- 18) 11:25-11:45 “精神障がいの回復段階において当事者が持続的 Well-being をとらえるための対話手法の
研究”
NTT社会情報研究所 嶋 彩花, 足利 えりか, 渋沢 潮, 深山 篤

8. クロージング 11:45-11:50

公立ほこだて未来大学 石樽 康雄

9. その他

- 本研究会の一部の内容は未公開研究テーマを含んでいます。本研究会の模様を録画、写真撮影を行うことはご遠慮いただくようお願いいたします。

以上

軽度認知障害 (MCI) の分類における発話時間の影響分析

An Impact Analysis of Speech Duration on Classification of Mild Cognitive Impairment (MCI)

○加藤颯太郎, 佐藤生馬, 石樽康雄

公立ほこだて未来大学 システム情報科学部

○Soutaro Kato, Ikuma Sato and Yasuo Ishigure

School of Systems Information Science, Future University Hakodate

1. はじめに

近年の高齢化に伴う認知症患者の増加は深刻であり、主症状には記憶や言語などの認知機能の低下がある。これらの症状は進行を一定程度遅らせることが可能であるが、回復させることは難しいとされる。しかし、認知症の前段階である軽度認知障害 (MCI) での治療開始により、認知症への移行を抑止できる可能性があるため、MCI の早期発見と治療が重要である。今後、さらなる高齢者の増加を見据え、日常会話を活用するなど簡便な MCI 検出システムの実現が期待される。

先行研究では、1~2 分の発話の音響特徴を用いた機械学習による MCI 検出が試みられており、83.3%の分類精度が報告されている¹⁾。しかし、これらの研究は長い発話や特定の課題が使用されており、日常会話への適用は考慮されていない。そこで本研究では、日常会話への適用を目指し、より短い発話を用いた MCI 分類の可能性を検討することを目的とした。本稿では、機械学習による健常者と MCI の分類を発話の長さ(時間)別に行い、学習モデルの評価および特徴量の貢献度分析を通じて、短い発話を活用した MCI 分類モデルの可能性について述べる。

2. 方法

2.1 使用データ

本研究では、柴田らが作成した高齢者コーパス²⁾を使用した。このコーパスには、60~70 歳の高齢者 (MCI:15 名、健常者:45 名) が回答した自然発話やイラスト描写音声 (1~2 分程度)、合計 12 問のインタビュー音声データと MMSE (Mini Mental State Examination) 情報が含まれている。

2.2 分析方法

上記の音声データを 4 つの群 ((1)全体の 1~2 分, (2)冒頭 30 秒, (3)冒頭 20 秒, (4)冒頭 10 秒) に分割し、ランダムフォレスト (RF: Random Forest) を用いて 2 群分類 (学習用 70%、評価用 30%) を実施した。評価指標として、正解率、適合率、再現率、F1 スコアを用いた。モデルの汎化性能には 10 分割交差検証を採用し、平均正解率を算出した。また、特徴量の貢献度指標は、RF の feature importances を用い、重要度が 0.01 以上の特徴量と累積寄与率 0.9 以上となる特徴量を比較した。

2.3 特徴量

特徴量の抽出については、openSMILE の ComParE (Computational Paralinguistic Challenge) 2016 セット³⁾を用い、各分割音声から 6373 個の音響特徴量を抽出した。openSMILE の ComParE には、音声の様々な側面を捉える特徴量が含まれている。それぞれの特徴量は、人間の声の異なる特性 (例えば、音響的なエネルギー、スペクトル形状など) を捉えるものである。

3. 結果

Table1 に各群、(1)1~2 分群, (2)冒頭 30 秒群, (3)冒頭 20 秒群, (4)冒頭 10 秒群における分類結果を示す。Table1 に示すとおり健常者と MCI の識別を実施した結果、1~2 分群が最も高い精度を示したが、冒頭 30 秒群でも 82%と高精度を維持した。交差検証の平均正解率に大きな差はなかった。

Table1 Evaluation of Classification Across Speech Durations

	Accuracy	Precision	Recall	F1-score	Cross-validation Mean Accuracy
(1) 1 to 2 minutes	0.84	0.85	0.84	0.82	0.74
(2) First 30 seconds	0.82	0.84	0.82	0.79	0.72
(3) First 20 seconds	0.80	0.80	0.80	0.77	0.70
(4) First 10 seconds	0.79	0.79	0.79	0.74	0.74

特徴量の貢献度分析では、重要度が 0.01 以上の特徴量は全群で声質を捉える特徴 mfcc (Mel Frequency Cepstral Coefficients) が 6~7 割を占めたが、発話時間が長くなるほど mfcc の割合が減少し、声の強さを捉える特徴 pcm (Pulse Code Modulation) と声の音色特徴 audSpec (Auditory Spectrum) が増加した。累積寄与率 0.9 以上では、mfcc の割合減少と pcm、声の高さ (ピッチ) を表す特徴 f0final (Fundamental Frequency Final Value)、audSpec、声の明瞭さやクリアさを測定する特徴 logHNR (Logarithmic Harmonics-to-Noise Ratio) の増加が確認された。

4. 考察

結果の分類精度の評価から、発話時間が短いと精度は 0.02 低下するものの、短い発話を用いた MCI 分類の可能性が示された。本研究では MCI の早期発見を目指し、再現率を重視したが、1~2 分と比べて、冒頭 30 秒は 2%の低下に対し、冒頭 20 秒、冒頭 10 秒では再現率が 4~5%と低下した。特徴量の貢献度分析においても、1~2 分と比べて、mfcc の割合が冒頭 30 秒は 2%の増加に対し、冒頭 20 秒、冒頭 10 秒では、7~8%増加しており、過学習を起こしやすい状態であった。このことから、本実験で使用した条件において日常会話を模擬した想定では、短い発話を用いた MCI の分類として冒頭 30 秒程度が妥当と示唆された。

5. 結語

本研究では短い発話を用いた MCI 分類の可能性を検討し、発話時間が短くても分類精度が一定水準を維持できることが確認できた。特徴量の貢献度分析から、声質を捉える特徴 mfcc が分類において重要な役割を果たすことが分かった。今後は、日常会話への適用を目指すために、実際の会話データを使って分析する必要がある。その基礎検討として会話の内容の MCI の分類への影響分析を行う必要がある。

利益相反・謝辞

本研究の実施にあたり、トランスコスモス財団から助成を受けた。

参考文献

- (1) A. Yamanaka, et al, Mild Cognitive Impairment screening system by daily conversation. Proc. Int. Conf. ICT, 2022;349-360.
- (2) 柴田大作, 他, 対照群付き高齢者コーパスの構築と認知症予備軍スクリーニング. 人工知能学会論文誌, 2019;34(4).
- (3) F. Eyben, et al, openSMILE: Open-source audio feature extractor". Proc. ACM Multimedia, 2010; 1459-1462.

O3-7-2-4

短い発話情報を用いた軽度認知障害 (MCI) 分類に関する基礎検討

○加藤 颯太郎¹⁾、佐藤 生馬¹⁾、石樽 康雄¹⁾

1) 公立はこだて未来大学

近年、高齢化に伴う認知症患者の増加が深刻化している。認知症の主な症状は記憶や言語などの認知機能の低下があるが、こうした症状は進行を遅らせることはできても、完全に止めることができないとされている。しかし、認知症の前段階である軽度認知障害 (MCI: Mild Cognitive Impairment) のうちに治療を開始することで、認知症への移行を遅らせられる可能性がある。従って、MCI の段階で早期に発見し、早期に治療を行うことが重要である。今後、高齢者がさらに増加することを想定すると、日々の会話などを通じた簡便な MCI 検出システムの実現が期待される。先行研究では、会話を構成する発話の特徴を用いた MCI 検出が試みられ一定の精度で判別可能であることが示されているが、こうした研究の多くは長い発話や特定の課題に基づくものであり、日常会話に適用することは想定されていない場合が多い。そこで本研究では、日常会話で想定される「短い発話」の情報を用いた MCI 検出の可能性を検討することを目的とした。実験では、健常者と MCI を含む会話コーパスを用いて、発話の内容・時間別に音響特徴量を抽出し、それらの有意性を評価し、機械学習モデルを用いて二群判別した。その結果、短い発話において有効な特徴の種類が確認された。特に、1分以上2分未満の発話から冒頭 30 秒を抽出した悲しい出来事に関する発話では、正解率 88.8% で識別された。本報告では、これらの結果と MCI 検出システムの可能性について述べる。