

平成 30 年 6 月 27 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(B) (海外学術調査)

研究期間：2015～2017

課題番号：15H05228

研究課題名(和文) インドネシア地熱発電計画への住民合意円滑化のための情報周知戦略の構築と現地調査

研究課題名(英文) Text understandability analysis for public acceptance of social implementation of geothermal power generation projects in Indonesia

研究代表者

高橋 史武 (Takahashi, Fumitake)

東京工業大学・環境・社会理工学院・准教授

研究者番号：00414376

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,880,000円

研究成果の概要(和文)：地熱発電などのグリーンエネルギーであっても、その社会実装には住民合意に困難性が生じることが多い。そこで本研究では情報(文章)の理解度に着目し、インドネシア国内においてグリーンエネルギーに関する情報源およびその分かりやすさについて分析した。高齢層は新聞が主要な情報源の1つであるが、35歳以下の若年層はインターネットが主な情報源であった。理解度の新指標を作成して新聞記事およびWeb上の記事に適用したところ、文章は概ね分かりやすいレベルにあると評価された。難しい単語の出現頻度は文章の分かりやすさを左右するが、専門用語が必ずしも難しい単語とされるわけではないことを見出した。

研究成果の概要(英文)：Even for green energy like geothermal power generation, its social implementation is usually hard owing to difficulty of public acceptance. This study investigated information sources of green energy and information (text) understandability. Although newspaper is one of major information sources for old ages, internet is a major source for young ages less than 35 year-old. A new indicator was designed to evaluate understandability of Indonesian language, Bahasa Indonesia. The indicator suggests that articles of newspapers and web sites on green energy are easy to understand. Difficult words/terms decrease text understandability. However, this study found that technical words/terms were not automatically regarded as difficult.

研究分野：環境工学

キーワード：インドネシア 地熱発電 住民合意 情報源 理解度

1. 研究開始当初の背景

インドネシアは世界第2位の地熱発電ポテンシャル(27,500~30,000 MW)を有するが、発電実績は1300 MW(2012年)に留まっている(The World Bank: An Assessment of Geothermal Resource Risks in Indonesia, 06.2014)。この現状を打破するため、インドネシア政府はCrash programme(第2期)において20~250 MW級の地熱発電を計53個計画している(主要発電会社であるPerusahaan Listrik Negaraと独立系発電会社を含む)。しかし、53計画のうち、49個が実際には遅延、中座している(WWF: A Vision for Developing Indonesia's Geothermal Power, 06.2012 および申請者らによる追跡調査)。世界有数の地熱発電ポテンシャルを有しても、それを有効活用(地熱発電計画の実現化)できていないのが現状である。

地熱発電が計画されても、その実現化には4つの壁(課題)を乗り越えなくてはならない。技術的課題、経済的課題、政治的課題、そして技術実装(Implementation)への住民合意である。地熱発電やバイオマス発電などのクリーンエネルギーにおいても、その技術実装(Implementation)には住民合意が必ず必要となる(Bronfman et al. (2012) Energy Policy, 46, 246-252.)。そして現実には、インドネシアでは住民合意が得られず、地熱発電計画が中止・延期しているケースがかなり多い。先進国では社会インフラ(道路、発電所、ゴミ処理場など)の建設において住民合意が必ず問題化することから、合意形成プロセスや合意形成支援のためのアプローチ方法などの研究が多くなされている。しかし発展途上国を対象とした研究例は少なく、合意形成プロセスどころか、その最初期にあたる情報源についてすら知見は皆無に等しい。発展途上国でもWebメディアの利用が爆発的に進んでいるが、それらがどのくらい市民への情報源となっているか不明である。インドネシア等の発展途上国において、情報源とその信頼性、情報への理解度が合意形成メカニズムに与える影響はまったく分かっていない。

2. 研究の目的

本研究では、地熱発電計画が遅延中の地域やジャカルタ等の大都市を対象に、以下の3点を明らかにする。

① 地熱発電やバイオマス発電などグリーンエネルギーに関する情報源の種類を調査する。

Human media(くちコミ)、traditional media(新聞)、internet media(Webサイト、Twitterなど)のどれが主要な情報源であるか調査する。

② 情報の理解度を定量化する。

地熱発電やバイオマス発電などグリーンエネルギーに関する情報について、その理解のしやすさを様々な指標(SMO、Gunning-Fox

indexなど)で定量化する。定量化にあたり、対面回答式のアンケート調査にて明らかにする。特に、理解度と個人属性(教育レベルなど)、情報源との間に関連性があるか統計分析によって明らかにする。

③ 情報の理解のしやすさから情報周知のあり方を検討する。

現地調査のデータを分析し、情報源や情報の理解のしやすさを踏まえ、途上国ならではの情報周知のあり方を検討する。

3. 研究の方法

3.1 地熱発電やバイオマス発電などグリーンエネルギーに関する情報源の調査

ジャカルタやバンドンなどの大都市および地熱発電が計画されている地域での対面調査および文献調査、オンライン調査を通じてグリーンエネルギーに関する情報源について調査する。また、特に10代や20代を対象に、オンライン情報の情報源についても併せて調査を行う。

3.2 地熱発電やバイオマス発電などグリーンエネルギー技術に関する情報の理解度

インドネシア現地での新聞やWebサイトにおけるグリーンエネルギー技術に関する記事や文章を収集する。なお、Webサイトにおける記事において、転載記事や一定の文章数以下のものは除外することとする。

文章の理解度は、提案されている指標(SMOG、Gunning-Fox index、Flesch-Kincaid Grade Level、Djoko's index)を用いてその理解のしやすさを評価する。指標による理解度が実際に感じている理解のしやすさを適切に表現できているか評価するため、大学生を対象に読み取り・質問形式のアンケート調査を実施する。文章の言語学的特性を分析し、実際の理解のしやすさをより適切に表現できるように指標を改良し、改良した指標でもって新聞記事やオンライン上の文章の理解のしやすさを評価する。

3.3 情報の理解のしやすさを踏まえた情報周知のあり方の検討

上記の検討結果をもとに、情報の理解のしやすさを視点として情報周知のあり方を検討し、提案する。

4. 研究成果

4.1 地熱発電やバイオマス発電などグリーンエネルギーに関する情報源の調査

Central Jawa州Tegal市では、2011年にGuci geothermal power plant(79 MW)が計画された(図1)。地方政府による合意は得られたが、住民合意が得られず計画が中座している。Tegal市のGuciは温泉で有名な観光エリアであり、地熱発電への反対理由も日本と同様に温泉への悪影響を懸念したものが主であると想定された。



図1 インドネシア・Tegal市近郊の温泉地域

現地にて対面式のアンケートを実施し、地熱発電計画の認知、態度およびその理由を調査した (N=85)。観光客については地熱発電の計画および中座を認知しているケースは皆無であった。地熱発電技術について、技術を語句レベルで認知している割合は約 20% であり、地熱発電導入に対する態度は「分からない」が多数を占めた。地熱発電技術を認知している人に限った場合、導入に対しては賛成・やや賛成が多くを占めたが、地熱発電に伴う温泉への影響について認知しているケースは限られていた。温泉への影響について周知したところ、分からない、もしくは反対へ態度を変更するケースが多かった。地域住民においては、地熱発電の計画および中座を認知している割合が 80% を超えており、高い認知率であった。地熱発電技術に対する態度としては反対・やや反対で過半数を超えており、その理由として温泉への影響を懸念していることが多くを占めた。なお、地熱発電計画についてその情報源は、口コミおよび新聞が大多数であった。

他方、ジャカルタ等の都市圏においては、年齢によって主要な情報源に大きな違いが現れた。35 歳以下では主要な情報源がインターネットであり、口コミや新聞等を主な情報源とする高齢者層とは異なっている。Indonesian Internet Service Provider Association (APJII) による調査において、インドネシア国内におけるインターネットユーザーは 80% 以上を 35 歳以下の若年層が占めており、本研究でのアンケート調査と良い一致を示した (図 2)。インターネットユーザーの教育歴では高卒が 64% を占め、学部卒 (vocational school を占める) が 23%、中卒が 9.7% であった。

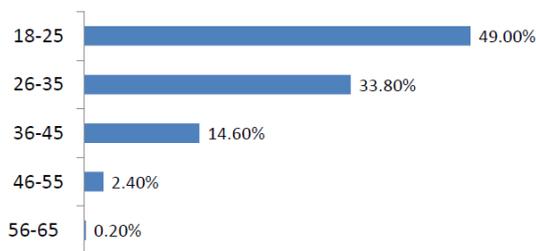


図2 インドネシアにおけるインターネットユーザーの年齢構成

4.2 地熱発電やバイオマス発電などグリーンエネルギー技術に関する情報の理解度

若年層の主要な情報源がインターネットであることから、インターネットにおけるグリーンエネルギーに関する情報を収集し、分析することとした。グリーンエネルギーに関するキーワードを検索エンジン (Google®) に入力し、検索上位 100 個の Web サイトの情報をキーワードごとに収集した。なお、情報アクセスが有料もしくは会員登録等が必要であるもの、商用目的であるもの、200 単語以下であるもの、他からの転載記事は除外することとした。スクリーニングの結果として、計 19 サイトが選別された。

まず、上記のサイトに記載されている文章 (情報) の発信源は、Community 由来のものが半数を占め、政府機関や大学が発信源となっているケースは 25% 程度であった。次に、文章の言語学的特性について分析した。単語数は約 250~1300 であり、文章数が 9~75、パラグラフ数は 3~22 であった。単語数と文章数は概ね比例するが、パラグラフ数は文章数ほど高い相関性を示さなかった。一方、動詞や名詞、形容詞、副詞の割合はどの文章においても明確な違いは現れなかった (図 3)。

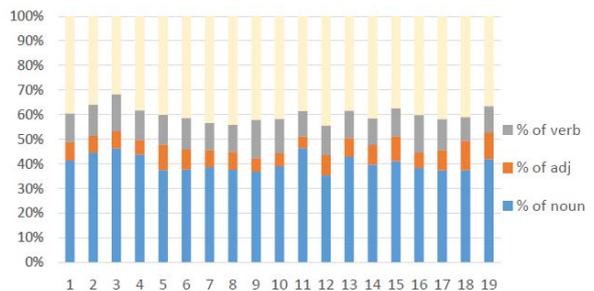


図3 グリーンエネルギーに関する Web サイト上の文章の品詞構成

理解度の指標化に重要な言語学的パラメータを選別するため、因子分析によってパラメータ間の相対的類似性を調べた (図 4)。単語数やパラグラフ数、接続詞数などが類似したグループ内にあり、多義的文章の数や英語からの借用語数、略語の数によってグループ内での類似性 (距離) の違いが説明される結果となった。

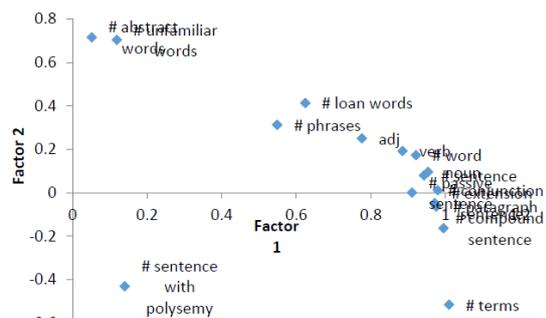


図4 グリーンエネルギーに関する Web 上の文章における言語学的パラメータの因子解析結果

次に既存の理解度指標（SMOG、Gunning-Fox index、Flesch-Kincaid Grade Level、Djoko's index）を用いて上の文章（Webサイトにおけるグリーンエネルギーに関する文章）を評価したところ、SMOG、Gunning-Fox index、Flesch-Kincaid Grade Levelのすべてにおいて「難解である」と評価され、Djoko's index のにおいても「平均より難しい」と評価された。一方、アンケート調査において、自己評価による「理解のしやすさ」を4段階でスコア化しており、上記の文章は概ね60～90%の割合で「分かりやすい」と評価されている（図5）。つまり、理解度指標はすべてこのスコア（理解のしやすさ）を良好に説明することができなかった（相関係数が0.2以下）。

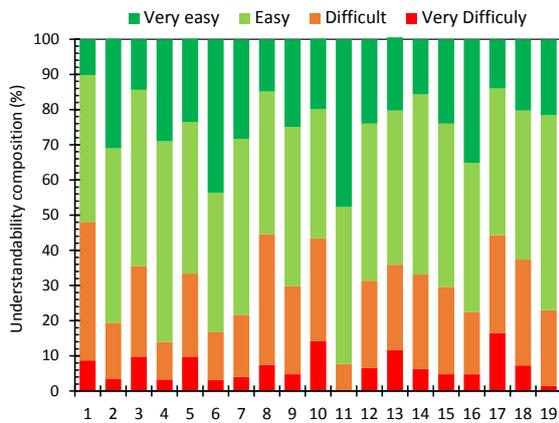


図5 グリーンエネルギーに関する Web 上の文章における理解のしやすさ（回答者による評価）

そこで Djoko's index をベースにして指標の改良を試みた。相関分析の結果、パラグラフ数、文章数、接続された文章数、接続詞数、単語数は 5% 有意水準において、上記の理解のしやすさスコアと有意に高い相関を得たことから、これらのみを用いて指標化することとした。

$$\text{Understandability} = x_1W + x_2C + x_3S + x_4\text{Ext.S} + x_5P$$

ここで W は単語数、C は接続詞数、S は文章数、Ext.S は接続された文章数、P はパラグラフ数である。各パラメータの係数を最適化した場合であっても理解のしやすさスコアを精度良く説明できなかったため、文章数、接続された文章数、パラグラフ数のみを用いて簡略化も狙った改良を試みた。

$$\text{Understandability} = 0.355 \frac{S}{E_S} + 0.216 \frac{P}{S} + 0.430 \frac{\text{Ext.S}}{P}$$

改良した新指標は、理解のしやすさスコアを精度良く説明することができた（図6）。インドネシアの高齢者層においては若年層と異なり、新聞が主要な情報源の1つであることから、グリーンエネルギーに関する新聞記事の理解のしやすさについては、新指標で評価することとした。なお、理解のしやすさが専門教育（工学、理学、経済学、社会科学、英

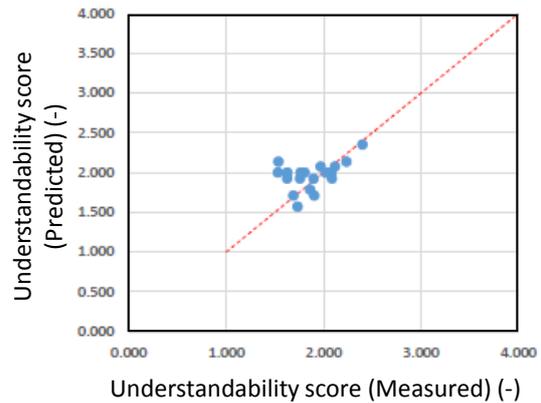


図6 理解のしやすさスコアの比較（測定値と新指標による予測値）

語教育学）の影響を受けているか検討するため相関分析を実施した。新指標では文章数、接続された文章数、パラグラフ数で理解のしやすさを予測しているが、工学や経済学、英語教育学を専門とする学生が評価したスコア（理解のしやすさ）ほど新指標は精度よく予測できており、社会科学や理学を専門とする学生が評価したスコアについてはやや予測精度が落ちる結果となった。

アンケート調査結果をさらに分析すると、理解のしやすさ（理解の難しさ）は単語数や文章数の他に単語の難しさも関与していることが相関分析より見出された。ただし、単語の難しさは教育歴や学習の専門性に影響を受けるため、専門用語（技術的単語や借用語など）がそのまま難しい単語と認識されるわけではないことも明らかになった。前述したとおり、専門教育の違いによって新指標は理解のしやすさスコアの予測精度が異なるが、これは学習分野によって専門用語に対する親和性（ないしは学習経験による受容性）が異なっているために生じていると考えられる。

グリーンエネルギーに関する新聞記事について掲載頻度を調べたところ、2005年より多くの記事が掲載されていた（図7）。なお、記事内容を分析したところ、バイオマスエネルギーに関する記事が最も多く、次に化石燃料代替として種々のエネルギー源を紹介したもの、太陽光発電、風力発電、水力発電と続いており、地熱発電は14.1%程度であった（図8）。インドネシアは世界で2番目の地熱発電ポテンシャルを有しているが、マスメディアにおける注目度合いは他のグリーンエネルギーよりも弱い状況にある。

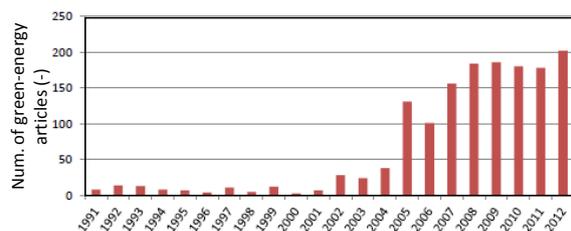


図7 インドネシアの新聞におけるグリーンエネルギーに関する記事の掲載頻度

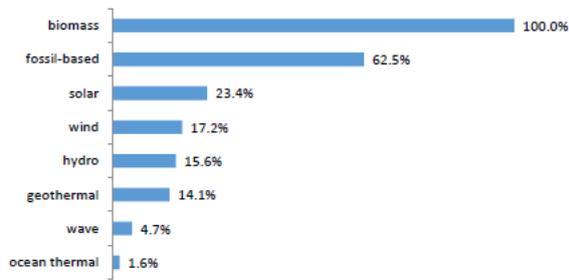


図 8 グリーンエネルギーに関する新聞記事の内訳

新聞記事の文章においても Web サイトの文章同様に新指標にて、その分かりやすさを評価した。比較のため、改良前の Djoko's index による評価値も併せて示す (図 9)。なお、新指標は 4 段階評価 (0 : とても難しい、1 : 難しい、2 : 分かりやすい、3 : とても分かりやすい) でありスコアが高いほど分かりやすいのに対し、Djoko's index は 3 段階評価 (1 : 分かりやすい、2 : 中間、3 : 難しい) であり、スコアが高いほど難しいことを示すので注意が必要である。改良前の Djoko's index では新聞記事のスコアが概ね 2.3 以上であり、やや難しいと評価される反面、新指標ではスコアが概ね 2.0 であり、分かりやすいと評価された。従来の研究では新聞記事の文章は理解しづらいと評価されてしまうが、実際は十分に理解しやすいレベルにあると本研究にて見出された。

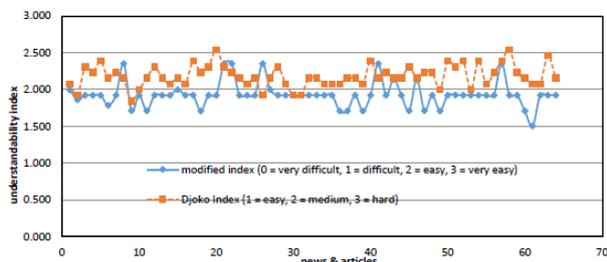


図 9 グリーンエネルギーに関する新聞記事の理解のしやすさ (Djoko's index と新指標の比較)

4.3 情報の理解のしやすさを踏まえた情報周知のあり方の検討

新聞記事および Web サイトにおけるグリーンエネルギーに関する情報 (文章) は、十分に理解しやすいレベルであり、難解とされるほどではない。

理解のしやすさは文章の特性 (文章数やパラグラフ数など) の他、難しいと感じる単語の出現頻度によっても左右される。ただし、単語の難しさは個々によって評価が異なり、例えば教育歴や学習分野によって専門用語や借用語などに感じる難しさが異なってくる。新指標の定義式を踏まえると、説明文における文章数、接続された文章数、パラグラフ数には最適なバランスがあり、それから逸脱するに従って理解のしやすさが減少していく。よって同一内容の説明文においても文

章構成を最適化することで、理解のしやすさを向上させることが可能である。

住民合意の形成には住民自身の理解はもとより、理解した住民が他の住民の説得化に貢献していく波及効果も重要である。そこで、グリーンエネルギーに関する文章そのものが「他人の理解を含めて役立つ」と感じられるか分析したところ、文章の分かりやすさと「役立ちそう」と感じる期待感の間には明確な相関は見られず、理解が難しく文章であっても「役立ちそう」とする期待感が高く維持されることを見出した。よって、文章に接触したファーストパーソンの理解度がその後の波及効果に支配的な影響を与えるまでには至らず、その理解度が低くともある程度、住民間への情報の浸透が期待されることが見出された。

文章数の増加は理解度の低下を招くため、住民周知のための文章は、理解のしやすさと含むべき情報量の間でトレードオフの関係にある。理解のしやすさを第一とする場合、情報を最低限まで選別して情報量を抑えることが優先されることになるが、情報に接触するファーストパーソンの理解度がその後の住民間への波及効果に支配的な影響を受けない以上、理解度だけを優先して周知のための情報量を抑える必要はないと提案される。つまり、情報量と理解のしやすさの最適なバランスがあり、文章特性を最適化することで情報量はそのままだけに理解のしやすさを向上させることが可能である。今後は、このような最適化によってどの程度、理解度の向上と情報周知の効率化が達成できるか検討する必要がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 5 件)

1. Muhammad Kunta Biddinika, Bayu Indrawan, Bakhtiyor Nakhshiniey, Koji Tokimatsu, Kunio Yoshikawa, Fumitake Takahashi (2015) Internet video sharing as a public engagement tool on renewable energy, *Energy Procedia*, Vol.75, 2785-2790. 査読なし
2. Muhammad Kunta Biddinika, Bayu Indrawan, Kunio Yoshikawa, Koji Tokimatsu, Fumitake Takahashi (2016) Measuring the readability of Indonesian biomass websites: The ease of understanding biomass energy information on websites in the Indonesian language, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol.59, 1349-1357. 査読有
3. Muhammad Kunta Biddinika, Ahmad Muhammad Diponegoro, Raden Muhammad Ali, Raden Ibnu Rosyadi, Koji Tokimatsu, Fumitake Takahashi (2017) Survey on readability of online information for upgrading understandability of biomass

- energy technology, *Journal of Material Cycles and Waste Management*, Vol.19, No.3, 1069-1076. 査読有
4. Muhammad Kunta Biddinika, Raden Muhammad Ali, Fumitake Takahashi, Raden Ibnu Rosyadi, Ahmad Muhammad Diponegoro, Koji Tokimatsu (2017) Challenges on the adoption of rapid appraisal method for assessment of online information on biomass energy, *Energy Procedia*, Vol.105, 3207-3212. 査読なし
 5. Muhammad Kunta Biddinika, Mochamad Syamsiro, Arip Nur Hadiyanto, Zahrul Mufrodi, Fumitake Takahashi (2017) Technology for public outreach of fuel oil production from municipal plastic wastes, *Energy Procedia*, Vol.142, 2797-2801. 査読なし

[学会発表] (計 5 件)

1. Muhammad Kunta Biddinika, Koji Tokimatsu, Kunio Yoshikawa, Fumitake Takahashi (2015) Internet video sharing as a public engagement tool on renewable energy, *Proceedings of 2015 Korea-China-Japan Joint Symposium on Solid Wastes Technologies and Energy Conversion*, 40, Wonju, 16-17th Oct.
2. Muhammad Kunta Biddinika, Ahmad Muhammad Diponegoro, Raden Muhammad Ali, Koji Tokimatsu, Fumitake Takahashi (2016) Survey on readability of biomass energy online information in Indonesian language (Bahasa Indonesia), *Proceedings of the 3rd 3R International Scientific Conference on Material Cycles and Waste Management "3RINCS2016"*, 547-550, Hanoi, 9-11th Mar.
3. Muhammad Kunta Biddinika, Zahrul Mufrodi, Diah Ajeng Purwani, Ahmad Muhammad Diponegoro, Fumitake Takahashi (2017) University student's perception on the usefulness of newspapers in explaining biomass energy technology, *Proceedings of 3rd Symposium of the Asian Regional Branch of International Waste Working Group "iwwg-ARB2017"*, 4-6, Seoul, 12-14th Apr.
4. M K Biddinika, M Syamsiro, A N Hadiyanto, Z Mufrodi, F Takahashi (2017) Plastic shredding machine for pyrolysis feedstock applied to public outreach of plastics waste-to-oil technology, *Proceedings of 21st Korea-Japan Joint International Session, Korea Society of Waste Management*, 452, Jeonju, 11th May.
5. Biddinika Muhammad Kunta, Ahmad Muhammad, Takahashi Fumitake (2017) University students' family practices and attitudes toward household waste separation: A survey, *廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集*, Vol.28, 515-516.

6. 研究組織

- (1) 研究代表者
高橋 史武 (Takahashi Fumitake)
東京工業大学 環境・社会理工学院・准教授
研究者番号：00414376
- (2) 研究分担者
なし
- (3) 連携研究者
なし
- (4) 研究協力者
マハammad クンタ ビディニカ
(Muhammad Kunta Biddinika)
東京工業大学 環境・社会理工学院
プラウイスダ パンジー (Prawisuda Pandji)
Institut Teknologi Bandung
アリ ラーデン マハammad (Ali Raden Muhammad)
Universitas Ahmad Dahlan
ロシャディ ラーデン イブン (Rosyadi Raden Ibnu)
Universitas Gadjah Mada
ディポネゴロ アーマド マハammad
(Diponegoro Ahmad Muhammad)
Universitas Ahmad Dahlan
インドラワン バユ (Indrawan Bayu)
Surya University
ディア アジェン プルワニ (Diah Ajeng Purwani)
Sunan Kalijaga Islamic University
アリプ ヌー ハディヤント (Arip Nur Hadiyanto)
Universitas Janabadra
モハammad シヤムシロ (Mochamad Syamsiro)
Universitas Janabadra
ザールール ムフロディ (Zahrul Mufrodi)
Universitas Ahmad Dahlan