

構造化と可視化

—MIMAサーチによる知の構造化ワールド—

工学部・工学系研究科の講義の構造化と可視化

工学的課題の深化と拡大は、壮大な知の混沌を招いている。「工学知の構造化」は混沌を航る航海図として、或いは新しい学術を生み出すインフラとして新たな成果を生み出している。

工学教育における「知の構造化」という視点から、工学部の講義と講義の関係を「階層化」と「類似化」という切り口で整理することを行っている。「階層化」とは、ある講義を理解するために、前提として受講しておかなければならない講義はどれか、また次に発展できる講義は何かという関係を明示することである。工学部では、これらの講義を、工学基礎、専門基礎、専門、応用の4階層に大別して、それぞれの講義をこの分類に従って階層化している。

工学講義の階層性(基礎科目－専門科目)

- **工学基礎**: 工学を学ぶ上で必要不可欠な科目(工学倫理や数学など)
- **専門基礎**: 複数の学科が必要科目としているもの(電磁気学、構造力学など)
- **専門**: ある学科特有で他学科にはない科目(宇宙航空工学系のジェットエンジンなど)
- **応用**: 様々な工学への適用(自動車工学、社会技術論など)

MIMAサーチによる工学部講義の構造化と可視化

■ 知識間の関係を構造的に見ることができる

MIMAサーチでは、種々の知識データの階層化と類似化による構造化を数理的に自然言語処理手法で解析し可視化する。工学部・工学系研究科の講義に対しては、講義シラバスに書かれた文章を基にそれぞれのテーマや、他の講義との類似度を複合的に分析する。その他、東大全体のUT-OCWでもMIMAサーチが使われている。また全学の講義シラバスに対する応用も検討中である。

MIMAサーチは、論文等の知識源に含まれているテキスト情報を全自動で解析し、検索結果を「点」と「線」でネットワーク表現する。

今回のシラバス構造化では、工学部・工学系研究科を含め1800近いシラバス(例として「量子力学第二」を図1に示す)をコンピュータで自動解析している。

そこで用いられているのが、膨大な文章から高速かつ効率的に知識を抽出する自然言語処理の手法である。書かれた文章がどんなテーマを扱っているのか、他の文章と内容がどれくらい似ているのかなどを複合的に解析し、全体の関連性を表現している。

The image shows a screenshot of a course syllabus page for '量子力学第二' (Quantum Mechanics II). The page is organized into several sections:

- Course Information:** Course number 301012, Instructor 永尾直人, Credit 1.5 units, and a schedule for the summer semester.
- Course Objectives:** A paragraph describing the course's focus on symmetry, approximation methods, and the physical nature of quantum mechanics.
- Course Structure:** A table with two columns: '講義項目' (Lecture Topics) and '理解すべき事項' (Items to be understood).

講義項目	理解すべき事項
(1) 線形代数と量子力学	(1) ブラ・ケットベクトル
(2) 軌道角運動量	(2) 中心力場、多粒子
2-1 古典力学の角運動量	軌道角運動量演算子、交換関係、軌道角運動量固有関数
2-2 軌道角運動量	角運動量保存則
2-3 回転不変性と軌道角運動量	3次元中心力場ポテンシャル、水素原子、3次元調和振動子
2-4 3次元球対称ポテンシャル場内の軌道角運動量	(3) ディラック方程式
(3) スピン角運動量	スピン変数とスピン演算関数、交換関係
3-1スピンの起源	ゼーマン効果
3-2 スピン角運動量演算子の交換関係	スピン軌道相互作用
3-3 スピンと磁場の相互作用	軌道角運動量とスピン角運動量の合成
3-4 スピンと軌道運動	(4) ハミルトニアン、ゲージ変換と波動関数
(4) 磁場中の電子の振舞い	(5) 固有関数による展開
(5) 振動論	シュタルク効果、ゼーマン効果
5-1 固有関数による展開	振動電場内の状態と状態の遷移、フェルミの黄金則、遷移確率
5-2 時間に依存しない振動	基底状態のエネルギーおよび波動関数
5-3 時間に依存する振動	(6) 時間発展、平行移動、回転、粒子の交換
5-4 漸近のある場合の振動	多電子の波動関数
5-5 変分法	
(6) 対称性と波動関数	
- Prerequisites:** 量子力学第一 (物理工学科2年後期)
- Corequisites:** 物理工学法習第一・固体物理学第一・統計力学・数学2
- Post-requisites:** 固体物理学第三・数学演習 (物理工学科3年冬・固体物理学第四・量子力学第三 (物理工学科3年冬)・固体物理学第二
- References:** 参考書(テキスト): 参考書(練習書): 講義ノートのリンク先:
- Assessment:** 成績評価: 出席30%、小テストおよびレポート20%、試験50%で評価する。ただし試験が50%以上できていることを合格判定の条件とする。
- Notes:** 備考: 演習は、講義中にレポート課題を出す他、物理工学法習第一の中で行なう。講義ノート、演習問題、過去の試験問題等はtqjwanz@cond.tu-tokyo.ac.jpにある。(その都度更新中)

図1 工学部電子シラバスの例

図2は、「数学」をキーワードにした例で、点が各科目、その色は各科目に属する系の違いを表す。このときMIMAサーチは、「数学」という言葉に関連するシラバスを選び出すだけでなく、そのシラバス群が、他にどんな用語を使っているかも解析し、重要な用語の重なりを基に「意味的な近さ」を計算する。さらに、この意味的な近さを基準に、他のシラバスとの関連性と全体の構造を視覚的に示す。視覚化では、画面上の「点」がそれぞれのシラバスを表し、「線」がそれらの関連性を表している。意味が近いほど画面上の「点」の位置も近く、間に張られる線も太くなる。共通科目から各学科（標準カリキュラム）への講義の繋がりや、さらには大学院で学ぶことへの繋がりなどが明確に示され、目標設定や、目標に対する講義の組み立てなどを効率的に行うことができる。また「点」をクリックするとシラバスが表示される。

以上はシラバスの例であるが、「研究面での知の構造化」では、すでに論文や特許の解析にも使われており、特許と論文の関連や、研究のニーズ・シーズ、研究者自身のネットワークなどを図として見る事ができる。各研究を繋げる役をするハブという研究者がいることは昔から論文参照の関係などより経験的に言われていたが、MIMAサーチだとそれがクリアに分かることが示された。

MIMAサーチの応用として、発想支援、技術マップ(特許マップ)や技術予測マップ(技術ロードマップ)の作成、人材ネットワークの作成などをjust-in-timeに行うことも可能になると期待されている。

今後の取り組みとして、

- 全学シラバスデータの利用による、本構造化システムの全学規模への拡張
- 本構造化システムを利用したシラバス分析と体系化
- タブレット等の新たなインターフェースや新たな視覚化手法等の研究・開発、及びこれに基づくシステム拡張

を行う予定である。

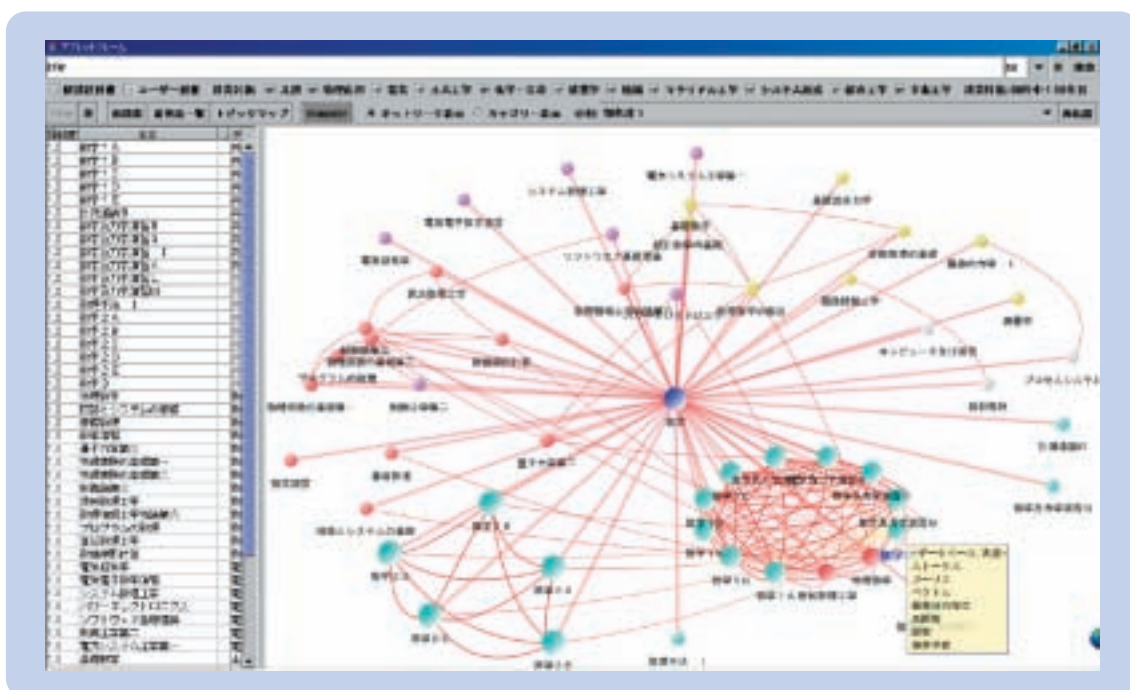


図2. MIMAサーチによる科目間結合図(工学部シラバス構造化システム(全体俯瞰図))

操作一覧

- 1 検索キーワード入力** シラバスを検索するためのキーワードを入力します。複数の文字列を入力する場合は、スペースで区切ります。
- 2 検索ボタン** 検索のキーワードを入力し、検索ボタンを押すことで検索と視覚化を行います。
- 3 件数指定** 検索結果を一度に表示する件数を指定します。リストからの選択（10、20、30）と自由な入力が可能です。
- 4 スコア下限指定** 検索するシラバスの類似度の設定が1.0~0.3までの間で設定できます。
- 5 関連用語辞書** チェックを入れると、関連語も一緒に検索されます。
- 6 検索対象の選択** データベースの検索対象を選択します。2階層になっていて、上位階層を選択すると、下位階層も選択されます。下位階層のみの個別選択も可能です。
- 7 表示範囲選択** 検索結果が表示件数よりも多い場合、複数のページに分けて表示されます。前・次のボタンを押すことで、表示するページを切り替えます。また、その際、一度に表示する件数は、検索時に指定した数になります。
- 8 関連検索** 選択されたシラバスに含まれる重要な用語をキーワードとして再び検索を行います。グラフ上の「点」をクリックすることにより選択を行うことができます。また、CTRLキーとの併用によるクリックで追加選択、およびマウสดラッグによる領域選択も可能です。
- 9 重要語一覧** 検索されたシラバスに含まれる重要な用語の一覧を別ウィンドウで表示します。
- 10 トピックマップ** 構造化グラフとトピックマップを切り替えます。トピックマップとは、言葉を他の事柄との関係性に基づいて分類したマップです。
- 11 グラフ表示** 構造化グラフ領域の表示／非表示の切り替えを行います。
- 12 表示方式選択** 構造化グラフの表示方式を選択することが可能です。
- 13 分析**
- 14 再配置** ノードをドラッグし任意の位置に移動した際など、その位置をもとにして最適化された配置にします。

- 15 拡大/縮小** 構造化グラフを拡大縮小することができます。
- 16 クリア** 検索前の初期状態に戻します。
- 17 undo/redo** 直前にユーザが行った操作を取り消し、元に戻します/取り消したユーザの操作を、もう一度やり直します。
- 18 検索結果リスト** 検索結果をリストで表示します。
検索結果リストとグラフ表示が連動しており、シラバスを選択すると、グラフ表示側でも該当するノードが選択されます。シラバスをダブルクリックすると、別ウィンドウで該当ドキュメントを表示します。
- 19 構造化グラフ** 検索結果に対する構造化グラフを表示します。
グラフにおいて、中心に配置されるノードが指定された検索キー/キーワードを示し、各ノードが検索されたシラバスを、各ノード間のラインがシラバス間の意味的な関連を示します。各ノードは関連が強いほど近くに配置され、ラインの太さが太く表示されます。
ノードをクリックすると、検索結果リスト側でも該当する行が選択されます。また、ノードをダブルクリックすることで、各シラバスの説明ページを表示します。
- 20 重要用語リスト** ノードにマウスを合わせることでシラバスに含まれる重要な用語のリストをポップアップ表示させることができます。

使い方



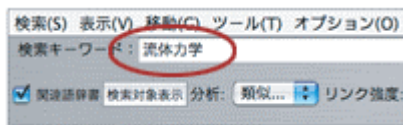
- 1 各講義のページにある「関連する授業を観る」ボタン、もしくはMIMASearchページの「はじめる」ボタンをクリックすると、新しいウィンドウが立ち上がります。



- 2 新しいウィンドウが立ち上がる際、Javaの起動を示す「コーヒーカップ」のアイコンが表示されます。



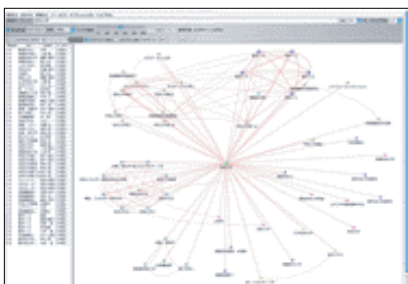
- 3 MIMA Searchが立ち上がると、このような画面になります。各授業のページからMIMA Searchを利用すると、すでに左上のテキストボックスには、その授業に関連する英単語が入っているはずですが、「検索ボタン」を押してみてください。



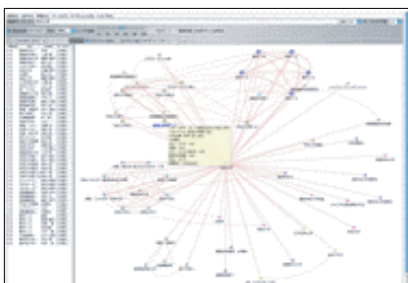
- 4 テキストボックスに文字を入力してください。たとえば、「流体力学」と入力します。



- 5 右端の検索ボタンを押します。



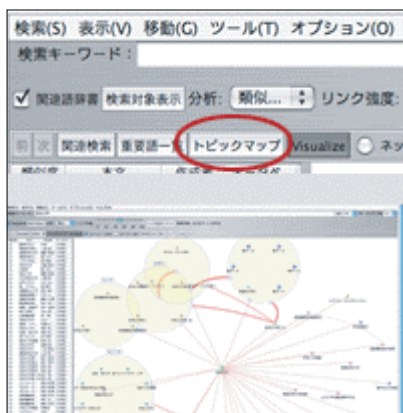
- 6 すると、検索結果が表示されます。



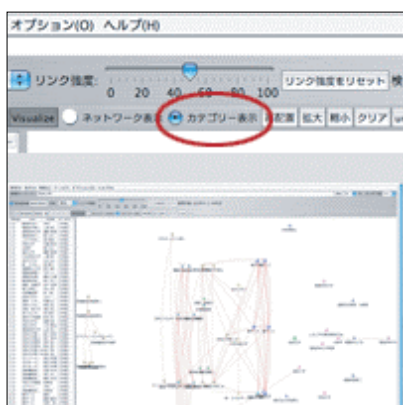
- 7 ノード(点)にオンマウスすると、用語やタイトルの情報が表示されます。



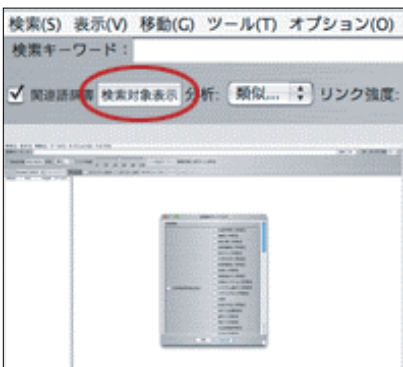
ダブルクリックすると詳細が別ウィンドウで開きます。



8 トピックマップを押すと、意味のまとまったノード(点)の集まりと、そのトピックを表示します。



9 カテゴリ表示を押すと、データベース(複数選択されている場合)を表示します。



10 データベースの選択は、検索対象を押してDB検索ダイアログボックスで選択します。

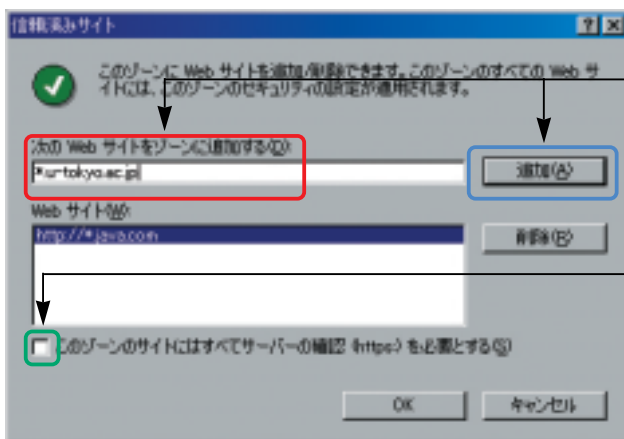
インストールの詳細

1. ブラウザのセキュリティ設定

① セキュリティ設定

【Microsoft Internet Explorerの場合】

メニューより[ツール]→[インターネット オプション]を選択し、[セキュリティ]タブ→[インターネット]を選択するか、[セキュリティ]タブ→[信頼済みサイト]を選択後、[サイト]ボタン押下により以下の設定を行い、信頼済みサイトの登録を行います。その後、[規定のレベル]ボタンを押下げ、セキュリティレベルを規定のレベルに変更します。

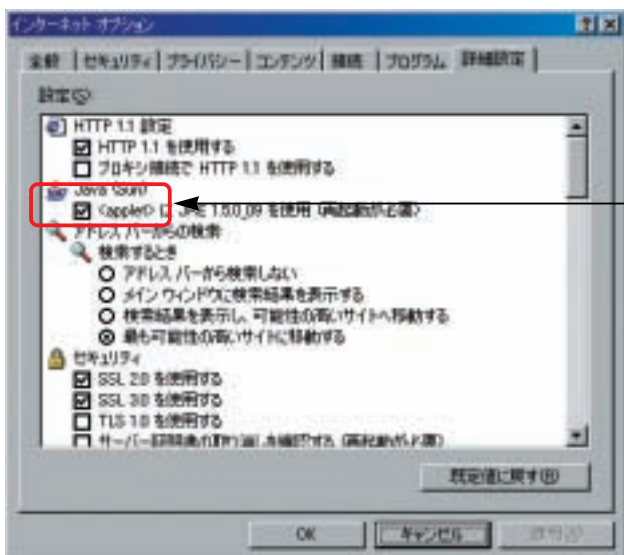


Webサイトの入力欄より、
“*.u-tokyo.ac.jp”
“java.com”
を入力し、[追加]ボタンによりリストに追加します。

チェックを外し、httpの登録を許可します。

② Javaアプレット利用設定

メニューより[ツール]→[インターネット オプション]を選択し、[詳細設定]タブを選択します。



チェックを付けます。

上記項目がない場合は、まだJavaプラグインがインストールされていない状態ですので、以下(2項)により、Javaプラグインのインストールを行います。

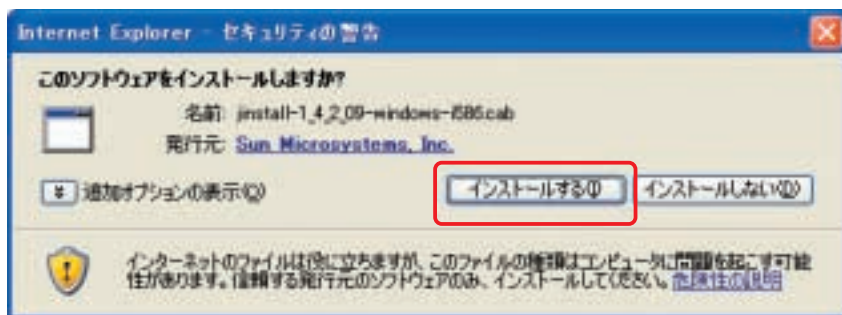
2. Javaプラグインのインストール

【自動インストール1 (Mimaサーチ サイトからの直接インストール)】

ブラウザより、

<http://ciee.t.u-tokyo.ac.jp/MimaSearch/>

にアクセスします。Javaプラグインがインストールされていない場合、インストールプロンプトが表示されますので、ウィザードに沿ってインストールを行います。セキュリティ警告画面が表示された場合は、**【インストールする】**をクリックし、インストールを続けます。



【自動インストール2 (Java.comからの自動インストール)】

<http://java.com/>

にアクセスし、“Download NOW!” を選択します。その後、最新のJRE (Javaプラグインを含みます) のインストールが始まりますので、あとは指示に従います。

上記の自動インストールが正常に実行出来ない場合は、以下により、手動でインストールを行います。

【手動インストール】

上記と同様に、

<http://java.com/>

にアクセスし、“手動インストール” を選択します。その後、示される手順に従い、JREのダウンロード、及びインストールを実行します。

尚、Javaインストールに関するヘルプは、Java.comサイト、

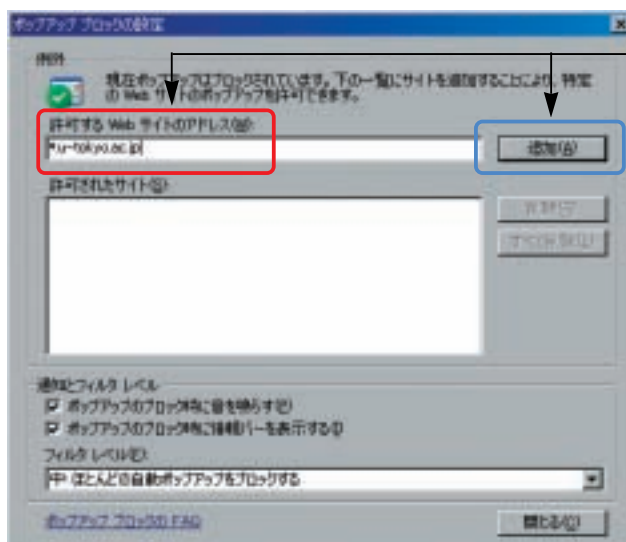
http://java.com/ja/download/help/index_installing.xml

をご参照ください。

3. ブラウザのポップアップ禁止機能の設定

【Microsoft Internet Explorerの場合】

メニューより[ツール]→[ポップアップブロック]→[ポップアップブロックの設定]を選択します。



許可するWebサイトのアドレス欄より、“*u-tokyo.ac.jp”を入力し、[追加]ボタンにより許可されたサイトのリストに追加します。

また、ブラウザにインストールされた外部ツール (Yahooツールバー、googleツールバー等) により、ポップアップがブロックされている場合がありますので、それぞれのツールのマニュアルに基づき、ポップアップブロックを解除してください。

尚、MIMAサーチは、現在、Microsoft Internet Explorer6 (Windows)、Netscape 7 (Windows, Linux)、Firefox1.5(Windows)、Safari (Mac OS-X)での動作を確認しています。その他のブラウザとOSに関しては動作対象外とさせていただきます。

※注意・免責条項

Javaのインストールはユーザ各自の責任のもとに行ってください。インストール中、および、使用中におきたパソコン、ソフトウェア等の不具合に関して、東京大学は一切責任を負いません。

トラブルシューティング

Q Visualizeの画面上のノード(点)をダブルクリックしてもシラバスの内容が表示されない。

A ブラウザのポップアップブロックが有効になっている可能性があります。「3項 ブラウザのポップアップ禁止機能の設定」に従い、ポップアップブロックを解除してください。

Q 検索結果やトピックマップが表示されるのが遅い。

A サーバにアクセスが集中している可能性があります。少し時間を置いてから、再度アクセスしてみてください。尚、MIMAサーチを快適に動作させる環境としては、CPUがPentium III 1GHz相当以上、および512Mバイト以上のメモリ量を推奨しています。

その他のトラブルに関しては、以下のサイトをご参照ください。

- JRE のヘルプページ「インストール方法」

http://java.com/ja/download/help/index_installing.xml

- JRE のヘルプページ「エラーメッセージ」

http://java.com/ja/download/help/index_error.xml