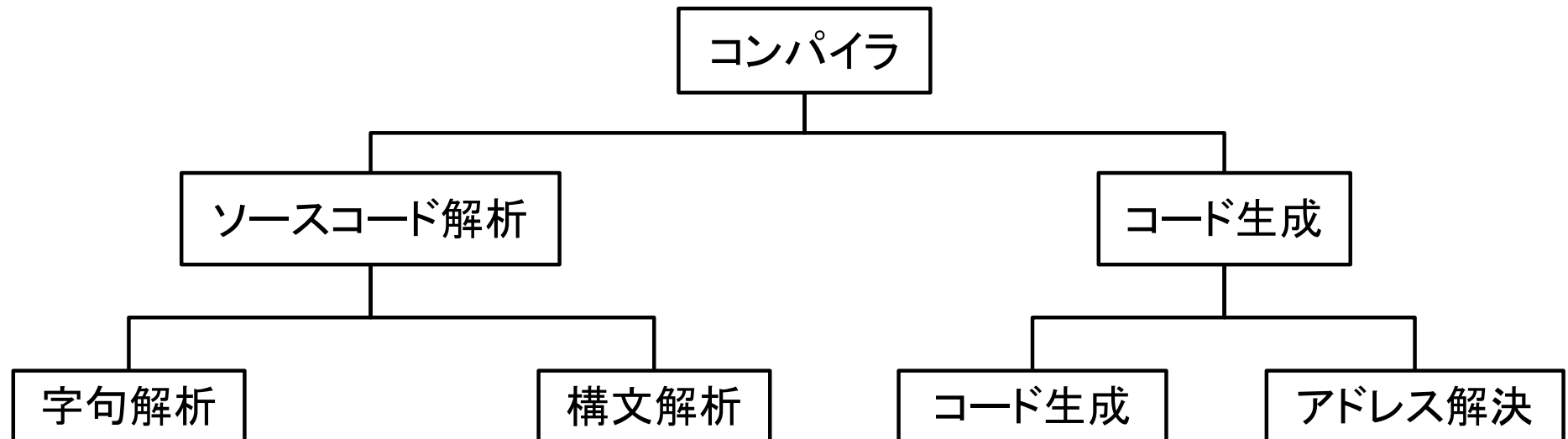

プログラミング言語論

コンパイラと課題補足説明

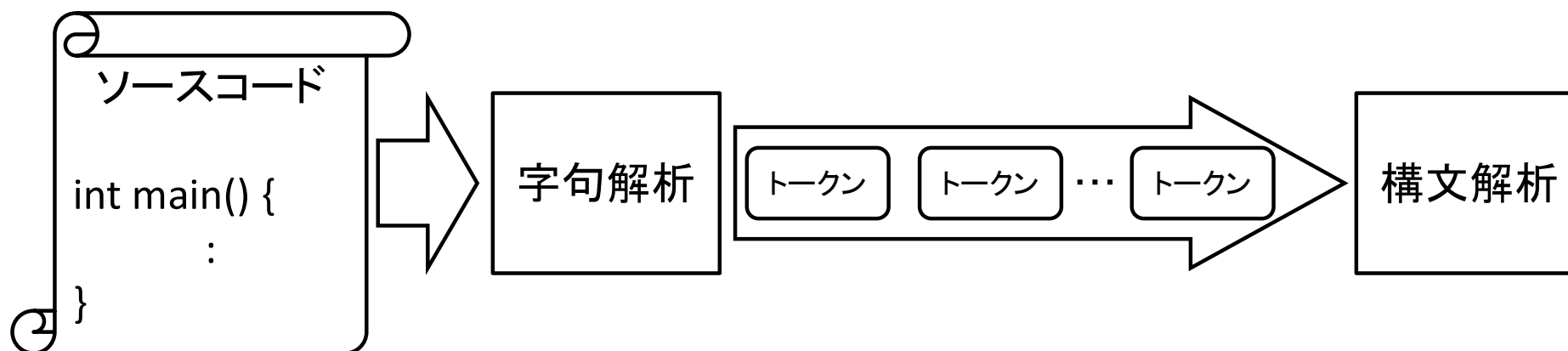
コンパイラの構造

- コンパイラは、ソースコード解析部とコード生成部からなる
 - ソースコード解析部(パーサ):ソースコードが言語仕様に適合しているか確認する
 - コード生成部:ソースコードをマシン語に変換する
- ソースコード解析部は字句解析と構文解析からなる
 - 字句解析:ソースコードを一文字ずつ読み取り、単語や数値など、意味のある単位に分割し、その分割を意味づける
 - 構文解析:単語の羅列から構文を理解する



字句解析と構文解析の関係

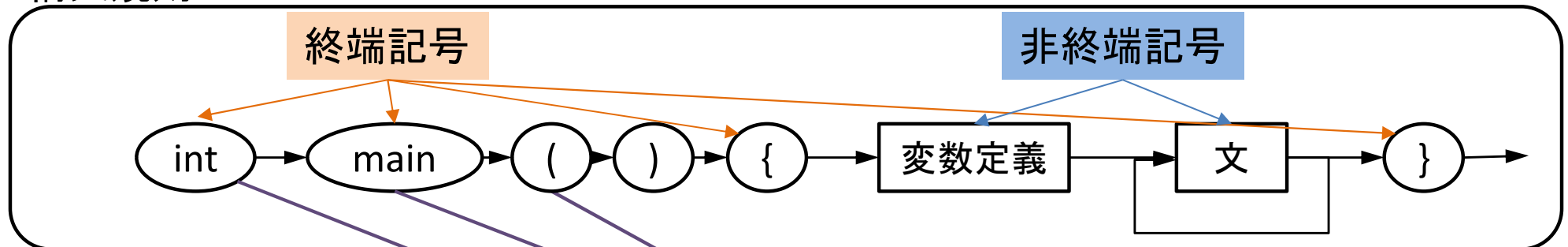
- 字句解析はソースコードを読み込み、構文解析に単語を渡す
 - 単語: 当該プログラミング言語で使用する意味のある文字の集まり (トークン)
 - 通常の単語に加えて、数字、記号も単語に含む
 - 通常の単語では、予約語も識別する
- 構文解析は字句解析から単語をもらい、構文規則に適合しているか、確認する



トークン

- トークンは、終端記号もしくは非終端記号
- 字句解析部は、入力であるソースコードを読み込み、トークンに分解し、トークン列にし、一つずつ構文解析部に渡す

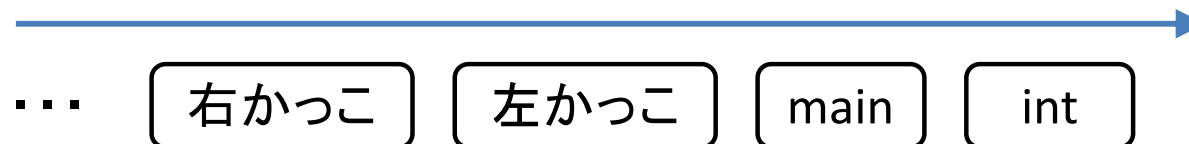
構文規則



ソースコード

```
int main() {  
    int i;  
  
    i = 0;  
  
    :  
}
```

トークン列:



トークン一覧(1/3)

分類	トークン	概要	値	備考
データ	NAME	識別子	10	変数など
	NUMERIC	数字	11	
	BOOLEAN_VAL	論理識別子	12	TRUE/FALSEなど
	REV_TRUE	真、TRUE	21	論理値
	REV_FALSE	偽、FALSE	22	論理値
予約語	DEC_INT	型名	31	整数
	REV_MAIN	予約語(main)	32	
	REV_IF	予約語(if)	33	
	REV_ELSE	予約語(else)	34	
	REV_WHILE	予約語(while)	35	
	SCANF	予約語(scanf)	36	
	PRINTF	予約語(sprintf)	37	

トークン一覧(2/3)

分類	トークン	概要	値	備考
記号	L_BRACKET	左かっこ {	51	
	R_BRACKET	右かっこ }	52	
	COMMA	カンマ ,	53	
	SEMICOLON	セミコロン ;	54	
	EQUAL	等号 =	55	
	PLUS	プラス +	56	
	MINUS	マイナス -	57	
	ESUAS	イクスクラメーションマーク !	58	
	ASTERRISK	アスタリスク *	59	
	SLASH	スラッシュ /	60	
	L_PAREN	左かっこ (61	
	R_PAREN	右かっこ)	62	

トークン一覧(3/3)

分類	トークン	概要	値	備考
演算子	LOGICAL_AND	論理積 &&	81	
	LOGICAL_OR	論理和	82	
	GREATER	大きい >	83	
	GREATER_EQUAL	以上 >=	84	
	LESS	小さい <	85	
	LESS_EQUAL	以下 <=	86	
	RQUAL	等号 ==	87	
	NOT_EQUAL	不等号 !=	88	
	AMPERSAND	否定 !	89	
書式子	PERCENT_D	整数 “%d”	101	
	PERCENT_DN	整数改行 “%d¥n”	102	
	PERCENT_DT	整数タブ “%t”	103	
その他	START_TOKEN	初期値	0	プログラム実装上で利用
	EOD	ソースコードの終了	1	入力プログラムの最後
	UNKNOWN	不明	2	不明なトークン

字句解析プログラム(getsym)

- 概要

- 標準入力から文字列(ソースコード)を読み込み、トークンに分割し、一つのトークンを返す
- 後続の呼び出しに対し、次のトークンを返す
- コメントは読み飛ばす
- ソースコードを全て読み出し後、呼ばれた場合にはEOD(End Of Data)を返却する

- 関数説明

- 利用条件: `define_token.h`のインクルードが必要
- 引数: 引数無し
- 戻値: トークン一覧(1/3~3/3)
- 副作用:
 - トークンを返却値として返すと共に、大域変数(`current_token`)にトークンを格納する
 - 返却値がNAMEの場合、大域変数(`current_token`)に文字列を格納する
 - 返却値がNUMERICの場合、大域変数(`current_token`)に数値を格納する

字句解析プログラム(getsym)を利用した例

- 字句解析プログラム(getsym)をソースコードの終了まで呼び出し続け、切り出されたトークンを表示する
 - 一つのトークンを切り出し、表示する
 - 切り出したトークンがEODか、もしくは不明でなければ、切り出したトークンを表示する
 - 上記をファイルの終了まで繰り返す
 - プログラム終了時に、最後のトークンを表示する
 - 不明なトークンの場合、トークンの切り出しを中止する

```
#include <stdio.h>
#include "define_token.h"

int main() {
    int sym;
    while ((sym = getsym()) != EOD && (sym != UNKNOWN)) {
        print_current_token(sym);
    }
    printf("END main(%d)¥n", sym);
    return 0;
}
```

※print_current_token(sym)は省略

字句解析関数(getsym())の動作ログ

サンプルプログラム

【サンプル1】

```
// Display i
int main() {
    int i;

    i = 1;
    printf("%d", i);
}
```

【サンプル2】

```
// I/O sample
int main() {
    int i;

    scanf("%d", &i);
    printf("%d", i);
}
```

実行結果

【サンプル1 実行結果】

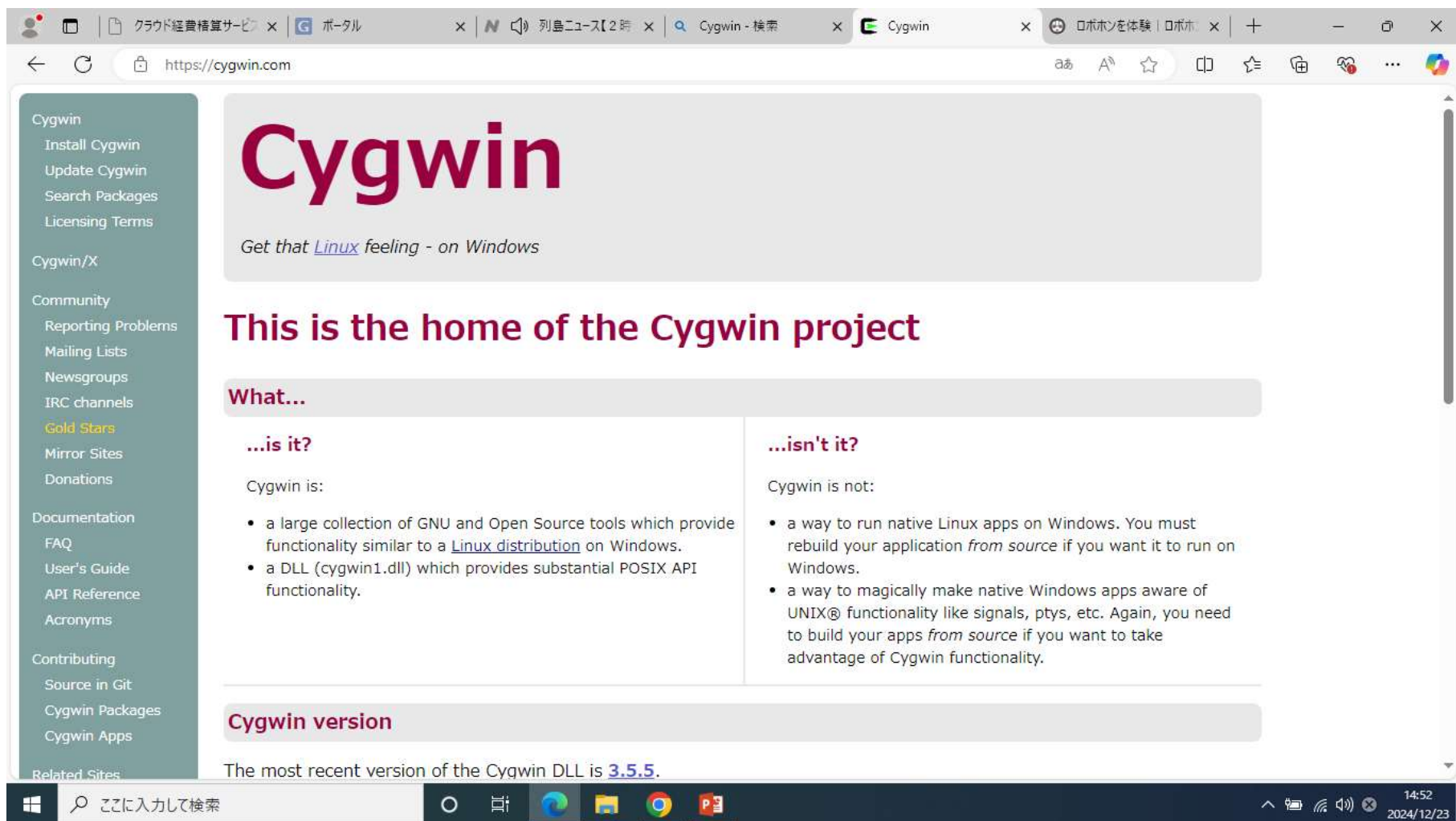
```
sym_DEC_INT
sym_REV_MAIN
sym_L_PAREN
sym_R_PAREN
sym_L_BRACKET
sym_DEC_INT
sym_NAME(10)[i]
sym_SEMICOLON
sym_NAME(10)[i]
    : 中略
main(2)
```

【サンプル2 実行結果】

```
sym_DEC_INT
sym_REV_MAIN
sym_L_PAREN
sym_R_PAREN
    : 中略
sym_PRINTF
sym_L_PAREN
sym_PERCENT_D
sym_COMMA
sym_NAME(10)[i]
sym_R_PAREN
sym_SEMICOLON
sym_R_BRACKETEND
main(1)
```

Cygwin GNU Cコンパイラ

- Windows上でUNIX風に使えるCコンパイラ
- <https://cygwin.com/>



The screenshot shows the Cygwin website homepage. The browser's address bar displays <https://cygwin.com>. The page features a large header with the word "Cygwin" in a bold, dark red font, followed by the tagline "Get that [Linux](#) feeling - on Windows". Below this, a main heading reads "This is the home of the Cygwin project". A section titled "What..." is divided into two columns: "...is it?" and "...isn't it?". The "...is it?" column lists that Cygwin is a large collection of GNU and Open Source tools and a DLL (cygwin1.dll) providing substantial POSIX API functionality. The "...isn't it?" column lists that it is not a way to run native Linux apps on Windows (requiring source rebuild) and not a way to magically make native Windows apps aware of UNIX functionality like signals and ptys (requiring source build). At the bottom, a section titled "Cygwin version" states that the most recent version of the Cygwin DLL is **3.5.5**. The browser's taskbar at the bottom shows the Windows search bar and several open applications, including a terminal window.

Cygwin GNU Cコンパイラ インストール方法

- Cygwinのインストールを説明したサイトはいくつかある。
- 例えば、
<https://www.sw.it.aoyama.ac.jp/2011/CP1/cygwin/index.html>

Cygwin インストール

概要

このページでは授業で用いる Cygwin のインストールの方法を説明します。

インストールだけでなく、パッケージの追加や更新も同じ手順でできます。

インストール

まず、[Cygwin のページ](#)にアクセスして Cygwin の setup-x86_64.exe または setup-x86.exe (以下 setup.exe) をダウンロードしてください。

Cygwin
Get that Linux feeling - on Windows!

This is the home of the Cygwin project

What...

- ...is it?
Cygwin is:
 - a collection of tools which provide a Linux look and feel environment for Windows.
 - a DLL (cygwin.dll) which acts as a Linux API layer providing substantial Linux API functionality.
- ...isn't it?
Cygwin is not:
 - a way to run native Linux apps on Windows. You must recompile your application from source if you want it to run on Windows.
 - a way to regularly make native Windows apps appear to be Linux functionality. See [this page](#), etc. Again, you need to build your apps from source if you want to take advantage of Cygwin functionality.

The Cygwin DLL currently works with all recent, commercially released x86-32 bit and 64 bit versions of Windows, with the exception of Windows CE and Windows NT4.

For more information see the [FAQ](#).

Current Cygwin DLL version

The most recent version of the Cygwin DLL is [1.12.1](#). Install it by running [get subversion](#).

Use [setup.exe](#) to perform a [fresh install](#) or to [update](#) an existing installation. **ここ**

Cygwin GNU Cコンパイラ 使用方法

- UNIX風と言いながら、MS-DOSのコマンドも利用できる
- Bsh
- 参考:

<https://www.sw.it.aoyama.ac.jp/2010/oshima/class/useCygwin.html>

The screenshot shows a web browser window with the following content:

Cygwin の使い方

概要

このページでは授業で用いる Cygwin の使い方を説明します。

多くの場合、戸惑うかと思いますが、しかし、これを使いこなせるようになれば学科の学びにおいて多くの局面でアドヴァンテージとなります。

前提

以下のレベルに達している学生を前提としています。

- [Cygwin のインストール](#)が終わっている
- [テキストエディタの導入](#)が終わっている
- 必修の情報スキル1程度の知識・技術がある
 - フォルダの概念・作り方を理解している
 - ファイルの拡張子を理解している

Cygwin がそもそも何をするソフトウェアなのか

Cygwin の公式ページには次のように書かれています。

Cygwin is:

- a collection of tools which provide a Linux look and feel environment for Windows

学習内容

- パーサープログラム
 - 構文解析方法(LL1)
 - 字句解析関数(getsym)の説明
- GNU Cコンパイラ
 - インストール方法
 - 使用方法