

データベースS

第6回 データベース言語SQL(2)

システム創成情報工学科 尾下 真樹

2018年度 Q2

今日の内容

- 前回の復習
- SQLによる問い合わせの記述方法
 - 結合(JOIN)
 - 集合演算
 - 副問い合わせ(入れ子型質問)
 - SQLによる問い合わせの記述の考え方
- データベース演習課題(宿題)

教科書

- 「リレーショナルデータベース入門 [第3版]」
増永良文 著、サイエンス社 (3,200円)
– 5章(5.5~5.6節)
- 「データベースシステム」
北川 博之 著、昭晃堂 出版 (3,200円)
– 5章
– それぞれ、SQLの具体例が載っているので、資料の具体例だけでは分かりにくければ、教科書の例も参考にすると良い



前回の復習

PostgreSQLの使い方

- データベースの作成
- psqlの起動
- テーブルの作成
- データの挿入
- SQLによる問い合わせ
- データの更新と削除
- 複数のテーブルと外部参照整合性制約

演習課題

- 演習1. データベースの作成
- 演習2. データの追加
- 演習3. 問い合わせの実行
- 演習4. 外部参照整合性制約の確認
- 今回は、前回の演習を踏まえて、SQLによる問い合わせの演習を行う

前々回の復習

SQLによる問い合わせの記述

- SQLの基本的な書き方
- 条件(WHERE)の書き方
- 出力(SELECT)の書き方
- 順序付け(ORDER BY)
- グループ表(GROUP BY)
- 結合(JOIN)
- 集合演算
- 副問い合わせ(入れ子型質問)

SQLの記述方法

```
SELECT 表.属性(値式), ...
FROM 表, ...
WHERE 条件式 AND ...
```

- SELECT 節
 - 問い合わせの結果として取り出す属性(値式)を指定
- FROM 節
 - どの表(テーブル)から検索するかを指定
- WHERE 節
 - 検索の条件を指定
- ORDER BY節、GROUP BY節、HAVING節(後述)

集約関数

- 検索結果の表に対して集計演算を行い、表の全データを出力する代わりに、集約演算の結果を1行だけ出力する
 - COUNT(行数)、SUM(合計値)、AVG(平均点)、MAX(最大値)、MIN(最小値)
 - 出力されるテーブルは1行だけになることに注意

Q. 科目番号 001 の平均点、最小点、最高点

```
SELECT AVG(成績), MIN(成績), MAX(成績)
FROM 履修
WHERE 科目番号 = '001'
```

グループ表(GROUP BY)

- GROUP BY
 - 指定した属性によりデータをグループ化
 - 属性値が等しいデータ同士をグループにまとめる
 - 集約関数と組み合わせて用いる(重要)
 - 集約関数は、全データではなく、各グループごとの全データに適用される(グループ数分のデータを出力)

Q. 全科目の科目番号と平均点の一覧を出力

```
SELECT 科目番号, AVG(成績)
FROM 履修
GROUP BY 科目番号
```

グループ表の例

- グループ表の例

科目番号	学生番号	成績
001	001001	65
001	001002	75
001	001004	70
002	001002	80
002	001003	60
002	001004	90
002	001005	70
003	001004	70
...

集約演算は、各グループごとに適用されることに注意

各グループをひとつのデータ(行)として出力



科目番号	成績
001	70
002	75
...	...

グループ表+グループ選択(HAVING)

- GROUP BY + HAVING
 - HAVING により出力するグループの条件を指定

Q. 履修者が30名以上の科目の
科目番号、履修者数、平均点の一覧

```
SELECT 科目番号, COUNT(*), AVG(成績)
FROM 履修
GROUP BY 科目番号
HAVING COUNT(*) >= 30
```

GROUP BY での処理適用順序

- ① FROM (入力とするテーブル)
- ② WHERE (出力するデータを選択)
- ③ GROUP BY (出力されたデータをグループ化)
- ④ HAVING (出力するグループを選択)
- ⑤ SELECT (出力する属性)

- FROM 節のテーブルの各データの組み合わせから、WHERE 節で書かれている条件を満たす組を選択
- 選択されたデータに対して、GROUP BY 節に書かれている属性の値が同じもの同士でグループ化
- 各グループごとに、HAVING 節に書かれている条件を満たすかどうか判定し、条件を満たすもののみを選択
- 選択されたデータ or グループの属性のうち、SELECT 節に書かれているものを出力

GROUP BY 使用時の注意

- GROUP BY 使用時の注意

```
SELECT 科目番号, COUNT(*), AVG(成績)
FROM 履修
GROUP BY 科目番号
HAVING COUNT(*) >= 30
```

- GROUP BY 節があるときは、各グループが出力の単位となるので、SELECT 節や HAVING 節にはグループで共通な属性 (GROUP BY に使った属性) や集約関数しか書けない (重要!)

WHEREとHAVINGの使い分け

- WHERE
 - データ(インスタンス)に関する条件
 - グループにまとめる前に評価される
 - データに関する条件なので、集約関数は使えない
- HAVING
 - グループに関する条件
 - グループにまとめた後に評価される
 - グループに関する条件なので、集約関数しか使えない

SQLによる問い合わせの記述

表(リレーション)の例

以降の記述例で使う表(リレーション)

学生(学生番号, 氏名)
科目(科目番号, 科目名, 単位数)
履修(科目番号, 学生番号, 成績)

学生

学生番号	氏名
0123001	織田 信長
0123002	豊臣 秀吉
0123003	徳川 家康
...	...

履修

科目番号	学生番号	成績
001	00001	90
001	00002	80
002	00001	90
002	00003	70
...

科目

科目番号	科目名	単位
001	データベース	2
002	プログラミング	3
...

表(リレーション)の例

以降の記述例で使う表(リレーション)

学生(学生番号, 氏名)

科目(科目番号, 科目名, 単位数)

履修(科目番号, 学生番号, 成績)

実習課題(科目番号, 課題番号, 課題名)

実習課題			科目		
科目番号	課題番号	課題名	科目番号	科目名	単位数
001	01	SQL	001	データベース	2
003	01	プログラム基礎	002	プログラミング	3
003	02	プログラム応用

SQLによる問い合わせの記述

- SQLの基本的な書き方
- 条件(WHERE)の書き方
- 出力(SELECT)の書き方
- 順序付け(ORDER BY)
- グループ表(GROUP BY)
- **結合(JOIN)**
- 集合演算
- 副問い合わせ(入れ子型質問)

結合質問

- 結合質問(Join Query)
 - 複数の表を組み合わせた質問
(表同士の**結合**が起こる質問)
 - 結合を行う表を FROM節に記述する
 - 複数の表のデータを結合するための条件を
WHERE節に記述する
 - 結合を行うことを明示的に指定しなくとも、自動的に結合が行われる

結合

Q.学生番号 00001 の学生が履修した科目の
科目番号、科目名、成績の一覧

履修(科目番号, 学生番号, 成績)
科目(科目番号, 科目名, 単位数)

このような問い合わせを実現するためのSQLを、
どのように書けば良いか？

結合

Q.学生番号 00001 の学生が履修した科目の
科目番号、科目名、成績の一覧

履修(科目番号, 学生番号, 成績) ← 科目番号が同じ
科目(科目番号, 科目名, 単位数) ← データ同士を結合

- 履修の表には、科目番号・成績の情報しかない
ため、科目名の情報を得るためには、科目の表
と結合をする必要がある

結合

Q.学生番号 00001 の学生が履修した科目の
科目番号、科目名、成績の一覧

```
SELECT 科目.科目番号, 科目名, 成績
FROM 科目, 履修
WHERE 科目.科目番号 = 履修.科目番号 AND
      学生番号 = '00001'
```

- 科目と履修を**科目番号**で等結合
科目(科目番号, 科目名, 単位数) ← 科目番号が同じ
履修(科目番号, 学生番号, 成績) ← データ同士を結合
→ (科目.科目番号, 科目名, 単位数,
履修.科目番号, 学生番号, 成績)

結合の例

```
SELECT 科目.科目番号, 科目名, 成績
FROM 科目, 履修
WHERE 科目.科目番号 = 履修.科目番号 AND
      学生番号 = '00001'
```

履修			科目		
科目番号	学生番号	成績	科目番号	科目名	単位数
001	00001	90	001	データベース	2
001	00002	80	002	グラフィックス	2
002	00001	90	003	プログラミング	2
002	00003	70			

2つの表の各データ同士の組み合わせのうち、条件を満たすデータ同士の組み合わせが出力される
(この例では、4×3=12通りのデータのうち、2つが出力される)

結合の例(続き)

```
SELECT 科目.科目番号, 科目名, 成績
FROM 科目, 履修
WHERE 科目.科目番号 = 履修.科目番号 AND
      学生番号 = '00001'
```

履修.科目番号	学生番号	成績	科目.科目番号	科目名	単位数
001	00001	90	001	データベース	2
002	00002	80	002	グラフィックス	2

↓ SELECT節で指定された属性のみを出力

科目.科目番号	科目名	成績
001	データベース	90
002	グラフィックス	80

別の結合の例

- 結合を使った問い合わせの例
 - 単に複数のテーブルを結合するだけでなく、結合条件を使って、データを選択することもできる

Q. 実習課題がある科目の科目名の一覧

```
SELECT DISTINCT 科目名
FROM 科目, 実習課題
WHERE 科目.科目番号 = 実習課題.科目番号
```

科目番号	科目名	単位数	科目番号	課題番号	課題名
001	データベース	2	001	01	SQL
002	グラフィックス	2	003	01	プログラム基礎
003	プログラミング	2	003	02	プログラム応用

別の結合の例(続き)

```
SELECT DISTINCT 科目名
FROM 科目, 実習課題
WHERE 科目.科目番号 = 実習課題.科目番号
```

科目			実習課題		
科目番号	科目名	単位数	科目番号	課題番号	課題名
001	データベース	2	001	01	SQL
002	グラフィックス	2	003	01	プログラム基礎
003	プログラミング	2	003	02	プログラム応用

各科目について、結合される実習課題が存在する科目のみ、出力される
(DISTINCT を指定することで重複を除去)

科目名
データベース
プログラミング

自己結合

- 自己結合
 - 同一の表同士の結合
 - 同一の表を複数使うときに、それぞれの表を区別するために、表に名前をつけることができる
 - 例:
 - FROM 学生 AS x, 学生 AS y

自己結合の例

Q. 科目番号 001 の科目に関して、
学生番号 001001 の学生よりも成績が良かった学生の学生番号の一覧

```
SELECT y.学生番号
FROM 履修 AS x, 履修 AS y
WHERE x.科目番号 = '001' AND x.学生番号 = '001001'
      AND y.科目番号 = '001' AND y.成績 > x.成績
```

- x は科目番号001、学生番号001001の履修データ
- y は x よりも成績の良い履修データ

自己結合の例(続き)

WHERE x.科目番号 = '001' AND x.学生番号 = '001001'
AND y.科目番号 = '001' AND y.成績 > x.成績

履修 AS x

科目番号	学生番号	成績
001	001001	60
001	001002	75
001	001004	70
001	001005	50
002	001003	60
002	001004	90
003	001004	70
...

履修 AS y

科目番号	学生番号	成績
001	001001	60
001	001002	75
001	001004	70
001	001005	50
002	001003	60
002	001004	90
003	001004	70
...

SQLによる問い合わせの記述

- SQLの基本的な書き方
- 条件(WHERE)の書き方
- 出力(SELECT)の書き方
- 順序付け(ORDER BY)
- グループ表(GROUP BY)
- 結合(JOIN)
- **集合演算**
- 副問い合わせ(入れ子型質問)

集合演算

- 複数の表同士の集合演算
 - UNION (和集合)
 - EXCEPT (差集合)
 - INTERSECT (共通集合)
- 表の属性は一致している必要がある
- 集合演算では、自動的に重複する行は除去される
 - 重複を除去しない集合演算も存在
 - UNION ALL, EXCEPT ALL, INTERSECT ALL

集合演算の例

- UNION (和集合)の例
- Q.実習課題があるか、単位数が5単位以上の科目の科目番号、科目名、単位数の一覧

```
SELECT 科目.*
FROM 科目,実習課題
WHERE 科目.科目番号 = 実習課題.科目番号

UNION

SELECT *
FROM 科目
WHERE 単位数 >= 5
```

集合演算の例

- EXCEPT (差集合)の例
- Q.実習課題のない科目の科目番号、科目名の一覧

```
SELECT 科目番号,科目名
FROM 科目

EXCEPT

SELECT 科目.科目番号,科目名
FROM 科目,実習課題
WHERE 科目.科目番号 = 実習課題.科目番号
```

(全科目 - 実習課題のある科目)の差集合

SQLによる問い合わせの記述

- SQLの基本的な書き方
- 条件(WHERE)の書き方
- 出力(SELECT)の書き方
- 順序付け(ORDER BY)
- グループ表(GROUP BY)
- 結合(JOIN)
- 集合演算
- **副問い合わせ(入れ子型質問)**

副問い合わせ(入れ子型質問)

- 入れ子型質問(nested query)
 - SQLでは副問い合わせ(subquery)という用語で定義されている
- 問い合わせの結果を使って、さらに問い合わせを行うような問い合わせ
- 入れ子型質問の種類
 - 相関を有しない入れ子型質問
 - 相関を有する入れ子型質問

入れ子型質問

- 入れ子型質問の形
 - 外側の質問の中に、内側の質問がある
 - 内側の質問の結果を、外側の質問で使用
 - 最終的には、外側の質問の結果が出力される

```

外側 { SELECT .....
      FROM .....
      WHERE .....
      内側の問い合わせの結果を使った条件
内側 { (SELECT .....
      FROM .....
      WHERE ..... )
    
```

入れ子型質問の形

- 内側の質問の出力はテーブルとなる
 - 内側の質問の出力が1行1列のテーブルの場合
 - 内側の質問の出力を一つの値とみなして、条件式や述語を外側の質問の条件に用いることができる
 - 例: WHERE 属性 = (内側の質問)
 - 内側の質問の出力が一般のテーブルになる場合
 - テーブルに対する述語を外側の質問の条件に用いる
 - 例: WHERE EXISTS (内側の質問)
 - テーブルにインスタンスが一つでも存在するかを判定
 - 例: WHERE 属性 IN (内側の質問)
 - 属性値が対象のテーブル中のどこかに存在するかを判定

相関を有さない入れ子型質問

- 相関を有さない入れ子型質問
 - 外側の質問が、内側の質問に影響を与えない
 - 内側の質問を最初に一度だけ実行し、その結果を使って、外側の質問を実行する

```

外側 { SELECT .....
      FROM .....
      WHERE .....
      内側の問い合わせの結果を使った条件
内側 { (SELECT .....
      FROM .....
      WHERE ..... )
    
```

相関を有さない入れ子型質問の例

- 相関を有さない入れ子型質問の例
- Q.科目番号 001 の成績が平均点よりも高い学生の学生番号と成績の一覧

```

SELECT 学生番号, 成績
FROM 履修
WHERE 科目番号 = '001' AND
      成績 >
      (SELECT AVG(成績)
       FROM 履修
       WHERE 科目番号 = '001')
    
```

内側の問い合わせは最初に1度だけ行われる

相関を有さない入れ子型質問の例

- 相関を有さない入れ子型質問の例

Q.科目番号 001 の成績が平均点よりも高い学生の学生番号と成績の一覧

```

SELECT 学生番号, 成績
FROM 履修
WHERE 科目番号 = '001' AND
      成績 >
      (SELECT AVG(成績)
       FROM 履修
       WHERE 科目番号 = '001')
    
```

内側の質問の出力は1行1列のテーブルになるため、出力を一つの値とみなして、条件式に用いることができる

内側の問い合わせは最初に1度だけ行われる

相関を有さない入れ子型質問の例

- この例では、履修が2回使われるので、厳密に書きたければ名前をつけて区別しても良い
 - 指定しなければ、それぞれ内側・外側で定義したものが自動的に使われるため、省略しても可

```
SELECT x.学生番号, x.成績
FROM 履修 AS x
WHERE x.科目番号 = '001' AND
      x.成績 >
      (SELECT AVG(y.成績)
       FROM 履修 AS y
       WHERE y.科目番号 = '001')
```

相関を有さない入れ子型質問の例

```
SELECT 学生番号, 成績
FROM 履修
WHERE 科目番号 = '001'
      成績 >
      (SELECT AVG(成績)
       FROM 履修
       WHERE 科目番号 = '001')
```

科目番号	学生番号	成績
001	001001	60
001	001002	76
001	001004	70
001	001005	50
002	001003	60
002	001004	90
003	001004	70
...

⇒ 64

内側の問い合わせを最初に一度だけ実行

相関を有さない入れ子型質問の例

```
SELECT 学生番号, 成績
FROM 履修
WHERE 科目番号 = '001'
      成績 >
      (SELECT AVG(成績)
       FROM 履修
       WHERE 科目番号 = '001')
```

科目番号	学生番号	成績
001	001001	60
001	001002	76
001	001004	70
001	001005	50
002	001003	60
002	001004	90
003	001004	70
...

> 64

外側の問い合わせを実行

結果

学生番号	成績
001002	76
001004	70

自己結合と相関を有さない入れ子型質問の関係

- 自己結合 or 相関のない入れ子型質問
 - 検索結果のデータを、さらに条件として使用する場合は、結合 or 相関のない入れ子型質問として書くことになる
 - どちらの書き方を使っても書ける
 - ただし、内側の質問について集約演算が必要な場合は、入れ子型質問として書く必要がある
 - 自己結合だけでは書けない

自己結合と相関を有さない入れ子型質問の関係

- 例. 科目番号 001 の科目に関して、学生番号 001001 の学生よりも成績の良かった学生の学生番号の一覧
- 自己結合 or 相関のない入れ子型質問として記述
- 例. 科目番号 001 の成績が平均点よりも高い学生の学生番号と成績の一覧
- 相関のない入れ子型質問として記述
 - 集約関数を使う必要があるため、自己結合だけでは記述できない

自己結合と相関を有さない入れ子型質問の関係

- 例. 科目番号 001 の科目に関して、学生番号 001001 の学生よりも成績の良かった学生の学生番号の一覧
- 自己結合 or 相関のない入れ子型質問

```
SELECT y.学生番号
FROM 履修 AS x, 履修 AS y
WHERE x.科目番号 = '001' AND x.学生番号 = '001001'
      AND y.科目番号 = '001' AND y.成績 > x.成績
```


自己結合 と 相関を有さない 入れ子型質問の関係

```

例. 科目番号 001 の科目に関して
SELECT 学生番号, 成績
FROM 履修
WHERE 科目番号 = '001' AND
      成績 >
      (SELECT 成績
       FROM 履修
       WHERE 科目番号 = '001' AND 学生番号 = '001001')

SELECT y.学生番号
FROM 履修 AS x, 履修 AS y
WHERE x.科目番号 = '001' AND x.学生番号 = '001001'
      AND y.科目番号 = '001' AND y.成績 > x.成績
    
```

自己結合 と 相関を有さない 入れ子型質問の関係

```

例. 科目番号 001 の成績が平均点よりも高い
学生の子番号と成績の一覧
- 相関のない入れ子型質問
  • 自己結合では記述できない(集約関数が必要のため)

SELECT 学生番号, 成績
FROM 履修
WHERE 科目番号 = '001' AND
      成績 >
      (SELECT AVG(成績)
       FROM 履修
       WHERE 科目番号 = '001')
    
```

相関を有する入れ子型質問

- 相関を有する入れ子型質問
 - 外側の質問が、内側の質問に影響を与える
 - 外側の質問の各データごとに、内側の質問を繰り返し実行する必要がある

```

外側 { SELECT .....
      FROM .....
      WHERE .....
      内側の問い合わせの結果を使った条件
      (SELECT .....
       FROM .....
       WHERE ..... )
内側 {
    
```

相関を有する入れ子型質問の例

- 相関を有する入れ子型質問の例
 - 学生番号001001の学生の履修で、成績が平均点よりも高い科目の科目番号、成績の一覧を出力

```

SELECT x.科目番号, x.成績
FROM 履修 AS x
WHERE x.学生番号 = '001001' AND
      x.成績 >
      (SELECT AVG(y.成績)
       FROM 履修 AS y
       WHERE x.科目番号 = y.科目番号)
    
```

相関を有する入れ子型質問の例

- 相関を有する入れ子型質問の例
 - 学生番号001001の学生の履修で、成績が平均点よりも高い科目の科目番号、成績の一覧を出力

```

SELECT x.科目番号, x.成績
FROM 履修 AS x
WHERE x.学生番号 = '001001' AND
      x.成績 >
      (SELECT AVG(y.成績)
       FROM 履修 AS y
       WHERE (x.科目番号 = y.科目番号))
    
```

外側の質問のデータが内側の質問で条件として使われている
=相関を有する

- 各履修ごとに、その科目の平均点を計算

```

SELECT x.科目番号, x.成績
FROM 履修 AS x
WHERE x.学生番号 = '001001' AND
      x.成績 >
      (SELECT AVG(y.成績)
       FROM 履修 AS y
       WHERE x.科目番号 = y.科目番号)
    
```

履修 AS x

科目番号	学生番号	成績
001	001001	60
001	001004	70
001	001005	50
002	001001	60
...

履修 AS y

科目番号	学生番号	成績
001	001001	60
001	001004	70
001	001005	50
002	001003	60
...

相関を有する入れ子型質問

Q. 実習課題のない科目の

```
SELECT 科目番号, 科目名
FROM 科目
WHERE NOT EXISTS
  (SELECT *
   FROM 実習課題
   WHERE 科目.科目番号 = 実習課題.科目番号)
```

内側の質問の出力は一般のテーブルになるため、テーブルに対する述語を条件式に用いる

- NOT EXISTS は、集合が空の時に真になる述語
- 各科目ごとに内側の処理(その科目番号の実習課題があるかを調べる)を繰り返す必要がある

相関を有する入れ子型質問

Q. 実習課題のない科目の科目番号、科目名

```
SELECT 科目番号, 科目名
FROM 科目
WHERE NOT EXISTS
  (SELECT *
   FROM 実習課題
   WHERE 科目.科目番号 = 実習課題.科目番号)
```

外側の質問のデータが内側の質問で条件として使われている
=相関を有する

- NOT EXISTS は、集合が空の時に真になる述語
- 各科目ごとに内側の処理(その科目番号の実習課題があるかを調べる)を繰り返す必要がある

相関を有する入れ子型質問の例

```
SELECT 科目番号, 科目名
FROM 科目
WHERE NOT EXISTS
  (SELECT *
   FROM 実習課題
   WHERE 科目.科目番号 = 実習課題.科目番号)
```

科目			実習課題			
科目番号	科目名	単位数	科目番号	課題番号	課題名	
001	データベース	2	×	001	01	SQL
002	グラフィックス	2	○	003	01	プログラム基礎
003	プログラミング	2	×	003	02	プログラム応用

各科目について、結合される実習課題があるかを判定(内側の問い合わせは3回実行される)

SQLによる問い合わせの記述

- SQLの基本的な書き方
- 条件(WHERE)の書き方
- 出力(SELECT)の書き方
- 順序付け(ORDER BY)
- グループ表(GROUP BY)
- 結合(JOIN)
- 集合演算
- 副問い合わせ(入れ子型質問)

SQLの書き方のヒント(1)

- まずは、問題文の意味(どのようなデータを出力する必要があるのか)を、きちんと理解する
- SQL全体が、どのような枠組みになるか(どの機能を使う必要があるか)を考える
 - 結合、集約関数、GROUP BY、GROUP BY + HAVING、自己結合、相関のある/ない入れ子型質問
- 必要なテーブルを全て、FROM節に書く
- 問題の条件に従って、WHERE節、GROUP BY節、HAVING節などを記述
- 出力すべき属性(or集約関数)を、きちんとSELECT節に書く

SQLの書き方のヒント(2)

- 結合
 - 複数のテーブルを使用する場合は、結合が必要
- 例. 学生番号 00100 の学生が履修した科目の科目番号、科目名、成績の一覧
- 出力の科目名は科目の属性、成績は履修の属性なので、両者の結合が必要(科目番号で結合)

```
SELECT 科目番号, 科目名, 成績
FROM 科目, 履修
WHERE 科目.科目番号 = 履修.科目番号 AND
      学生番号 = '00100'
```

SQLの書き方のヒント(3)

- 集約関数

- データ数・合計値・平均値・最小値・最大値、などを出力する場合は、集約関数が必要

例. 科目番号 001 の受講者数、平均点、最小点、最高点

```
SELECT COUNT(*), AVG(成績), MIN(成績), MAX(成績)
FROM 履修
WHERE 科目番号 = '001'
```

SQLの書き方のヒント(4)

- GROUP BY

- ...ごとに出力、のように、グループごとの値を出力する場合は、GROUP BY + 集約関数が必要
- SELECT節には、集約に使った属性か集約関数

例. 全科目の科目番号と平均点の一覧

- 問題文から、各科目ごとの値を出力する必要があることが分かる

```
SELECT 科目番号, AVG(成績)
FROM 履修
GROUP BY 科目番号
```

SQLの書き方のヒント(5)

- GROUP BY + HAVING

- GROUP BY に加えて、出力するグループに条件が指定されていれば、HAVING が必要
- グループに関する条件は HAVING 節に、データに関する条件は WHERE 節に書く

例. 履修者が30名以上の科目の科目番号、履修者数、平均点の一覧

```
SELECT 科目番号, COUNT(*), AVG(成績)
FROM 履修
GROUP BY 科目番号
HAVING COUNT(*) >= 30
```

SQLの書き方のヒント(6)

- 自己結合 or 相関のない入れ子型質問

- 検索結果のデータを、さらに条件として使用する場合は、結合 or 相関のない入れ子型質問として書くことになる
- どちらの書き方を使っても書ける
- ただし、内側の質問について集約演算が必要な場合は、入れ子型質問として書く必要がある
- 自己結合だけでは書けない
- 先ほどの例のように、どちらの書き方でも書ける

SQLの書き方のヒント(7)

- 相関のある入れ子型質問

- 各データごとに、別の問い合わせを使った条件が必要であれば、相関のある入れ子型質問になる

例. 実習課題のない科目の科目番号、科目名

- 各科目に対して、実習課題の有無を、別の問い合わせを使って判断する必要がある

```
SELECT 科目番号, 科目名
FROM 科目
WHERE NOT EXISTS
(SELECT *
FROM 実習課題
WHERE 科目.科目番号 = 実習課題.科目番号)
```

SQLの書き方のヒント(8)

- よくある間違いに注意
- 複数のテーブルを用いる場合は結合が必須
- GROUP BY を用いる場合は、SELECT節には、GROUP BY に使った属性か、集約関数しか書けない
- WHERE節には、集約関数は書かない
- HAVINGには、集約関数を使った条件しか書けない

データベース演習課題

PostgreSQLによるSQL演習(宿題)

- 前回の演習が終わっていない人は、まず、終わらせる
- Moodleから演習内容が書かれたテキストファイルをダウンロード
- 演習課題のSQLを考えて、実行し、正しいデータが出力されることを確認する
- 演習のテキストファイルに、前回と同様、回答を貼り付けて、Moodleから提出
- 提出締め切り 7/9(月) 18:00 (厳守)

まとめ

- 前回の復習
- SQLによる問い合わせの記述方法
 - 結合(JOIN)
 - 集合演算
 - 副問い合わせ(入れ子型質問)
 - SQLによる問い合わせの記述の考え方
- **データベース演習課題(宿題)**

次回予告

- リレーションスキーマの設計
- 正規化の必要性
 - 更新不整合
 - 情報無損失分解と情報損失分解
- 多値従属性と関数従属性
 - 何らかのデータベースを作成するときに、リレーションスキーマを設計するための考え方